

## **Historic, Archive Document**

Do not assume content reflects current scientific knowledge, policies, or practices.







LIBRARY  
OF THE  
UNITED STATES  
DEPARTMENT OF AGRICULTURE

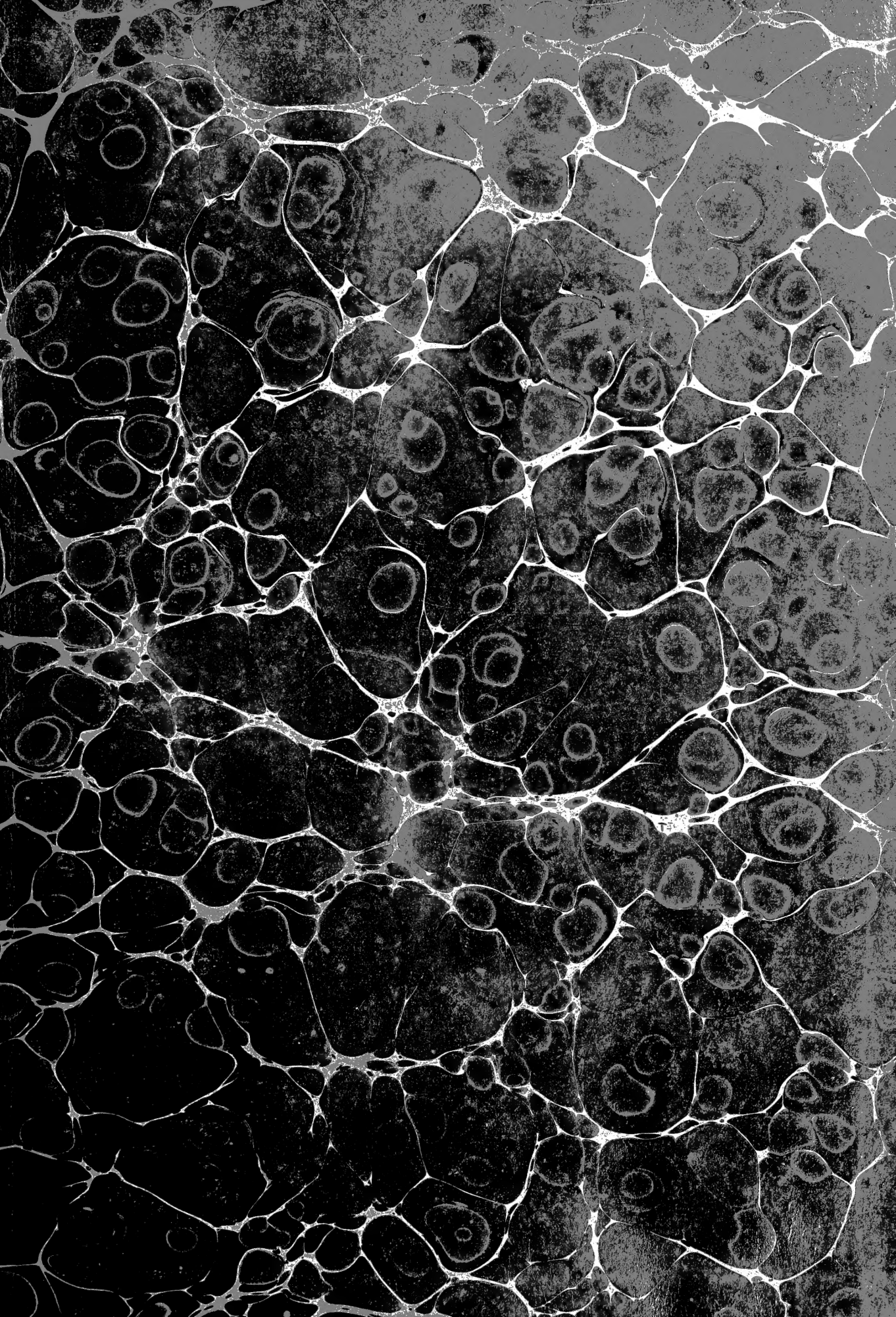
Class 474

Book N213

8-1577

v.3



















# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte  
der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben

von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

---

Dritter Jahrgang 1915



BERLIN  
Verlag von Julius Springer  
1915

4880  
4881

## Originalaufsätze.

## Allgemeines.

- Herbertz, Richard, Der Monismus. S. 141.  
 Hönigswald, Richard, Zur Frage: Nichteuklidische Geometrien und Raumbestimmung durch Messung. S. 307.  
 Kronenberg, M., Demokrit und die moderne Naturwissenschaft. S. 29.  
 — Fiktion und Hypothese. S. 285, 303.

## Biologisches.

- Abel, O., Die Paläozoologie in Forschung und Lehre. S. 413.  
 du Bois, H., Elektromagnete für Heilzwecke. S. 389.  
 Buder, Johannes, Chimären und Pfropfmischlinge. S. 6, 23, 33.  
 Buttel-Reepen, H. v., Haben die Bienen einen Farben- und Formensinn? S. 80.  
 Cohen, Ernst, Wilhelm Pfeffer und die physikalische Chemie. S. 118.  
 Czapek, Friedrich, Die Bedeutung von W. Pfeffers physikalischen Forschungen für die Pflanzenphysiologie. S. 120.  
 Fehlinger, H., Der Einfluß der Stadtkultur in biologischer Beziehung. S. 429.  
 — Bastardierung beim Menschen. S. 524.  
 Guttenberg, Hermann von, Über Spritz- und Schleudermechanismen der Pflanzen. S. 261.  
 Haberlandt, G., Wilhelm Pfeffer. S. 115.  
 Hase, Albrecht, Die Biologie der Kleiderlaus *Pediculus corporis de Geer* = *vestimenti Nitzsch*. S. 613.  
 Hausmann, M., Reduktionsprozesse und Synthesen beim Tiere in ihrer Beziehung zu einer Sulfhydrylgruppe. S. 323.  
 Heinze, B., Über die Entwicklung der *Serradella* auf leichten und schweren Böden und ihren großen wirtschaftlichen Wert mit Berücksichtigung von Impfungen. S. 339, 352.  
 — Die Nützlichkeit des Kalkes für die Ernährung des Menschen, der Tiere und der Pflanzen. S. 536.  
 Hensen, V., Die Auswertung der Bodenorganismen des Meeres. S. 601.  
 Heyde, Max, Die Parabiose. S. 69.  
 Jentsch, Ernst, Faradays Gedächtnisschwäche. S. 625, 637.  
 Jost, L., Die Bedeutung Wilhelm Pfeffers für die pflanzenphysiologische Technik und Methodik. S. 129.  
 Karrer, P., Über die Rolle der organischen Arsenverbindungen in der modernen Medizin. S. 563.  
 Kniep, H., Wilhelm Pfeffers Bedeutung für die Reizphysiologie. S. 124.  
 — Über den rhythmischen Verlauf pflanzlicher Lebensvorgänge. S. 462, 473. ✓  
 Kutteneuler, H., Honig. S. 443.  
 — Die Entwicklung der Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle im Deutschen Reiche. S. 509, 521.  
 Landmann, Georg, Über den oxydativen Abbau der Nahrungsstoffe im Tierkörper. S. 45.  
 Lehmann, E., Über einige Baumwolllieferanten der heimischen Flora (Zuschr.). S. 631.  
 Levinsohn, Das Optochin in der Augenheilkunde. S. 653.  
 Neger, F. W., Die Atemwege der höheren Pflanzen. S. 238, 249.  
 — Die Bildungsstärke der grünen Blätter und ihre Nutzbarmachung. S. 407.  
 Ohme, C., Neuere Anschauungen über den Mechanismus biologischer Oxydationen. S. 362.  
 Oppel, Albert, Vitalismus und Entwicklungsmechanik. S. 59.  
 Payr, E., Über die Anwendung starker Elektromagnete in der praktischen Medizin. S. 391.  
 Pringsheim, Ernst G., Das Leben im Schlamm. S. 467.  
 Pütter, A., Die Kennzeichen des Lebens. S. 709.  
 Schaxel, Julius, Induktiver und deduktiver Vitalismus. S. 718.  
 Schiemenz, Paulus, Die praktische Fischereibiologie als Helferin der theoretischen Biologie. S. 681.  
 Schiller, J., Die neueren Untersuchungen über die kleinsten Organismen des Meeres. S. 204, 217.  
 Sierp, Hermann, Die Sexualität der Pilze. S. 82.  
 Steche, O., Die Schwimmblasen der Büschelmücke, *Corethra plumicornis*. S. 157.

- Tobler, F., Flechten als Nähr- und Futtermittel. S. 365.  
 — Bemerkungen über Juteersatz. S. 513.  
 Tschermak, A. v., Gegenwärtiger Stand der marinen Physiologie. S. 77.  
 — Das Sehen der Fische. S. 177.  
 Wasmann, E., Ein neues Buch über das Leben und Wesen der Bienen. S. 485, 497.

### Nichtbiologisches.

- Ahrens, Werner, Die Kältetechnik und ihre zunehmende Bedeutung für verschiedene Gebiete. S. 477.  
 Auerbach, Felix, Der Anteil der Nationen an der Elektrizitätswissenschaft. S. 153.  
 Bachmann, W., Über Ultramikroskopie und kolloide Lösungen. S. 181, 191.  
 Baschin, O., Meteorologie und Kriegführung. S. 242.  
 Bergwitz, Karl, Julius Elsters und Hans Geitels Bedeutung für die atmosphärische Elektrizität. S. 377, 399.  
 Berndt, G., Einige Beobachtungen an stark gespannten Glasplatten. S. 367.  
 Bloch, L., Die Messung und zahlenmäßige Darstellung der Körperfarben. S. 333.  
 du Bois, H., Elektromagnete für Heilzwecke. S. 389.  
 Burstyn, W., Die Unterbrechung elektrischer Ströme mit kleinem Kontakthube. S. 301.  
 Byk, A., Eine Darstellung der Physik für gebildete Laien. S. 641.  
 Coehn, Alfred, Wilhelm Hittorf. S. 41.  
 Cohen, Ernst, Wilhelm Pfeffer und die physikalische Chemie. S. 118.  
 Czapek, Friedrich, Die Bedeutung von W. Pfeffers physikalischen Forschungen für die Pflanzenphysiologie. S. 120.  
 Dieckmann, W., Adolf von Baeyers Arbeiten über die Harnsäuregruppe. S. 569.  
 Dimroth, O., Adolf von Baeyers Arbeiten über die Konstitution des Benzols. S. 582.  
 Eggert, John, Das Nernstsche Wärmetheorem und seine Bewährung durch Affinitätsmessungen. S. 452.  
 Einstein, A., Experimenteller Nachweis der Ampèreschen Molekularströme. S. 237.  
 Emich, F., Über Mikrowagen und ihre Anwendung in der chemischen Analyse. S. 693.  
 Frech, F., Die Naturwissenschaften im Kriege. I. Militärgeologie. S. 1. — II. Über die Brennstoffvorräte unserer Feinde. S. 2. — III. Die Schlachtfelder in geographisch-geologischer Hinsicht. S. 101.  
 Freundlich, Erwin, Über neue Fortschritte im Dreikörperproblem. S. 213.  
 — Die Bedeutung der Spektroskopie für die Stellarastronomie. S. 401.  
 — Über die Bestimmung der Solarkonstante und den dabei zutage getretenen Lichtwechsel der Sonne. S. 606.  
 Friederichsen, Max, Über neuere Literatur zur Landes- und Volkskunde des Russischen Reiches. S. 195.  
 Friedländer, P., Die Bedeutung der Baeyerschen Indigoarbeiten. S. 573.  
 Galle, A., Das Geoid im Harz. S. 72.  
 Geitler, Josef R. von, Einige Beobachtungen an stark gespannten Glasplatten (Zuschr.). S. 445.  
 Guthnick, P., und R. Prager, Die Anwendung der lichtelektrischen Methode in der Astrophotometrie. S. 53.  
 Harries, C., Adolf von Baeyer und sein Einfluß auf die Entwicklung der Chemie der hydroaromatischen Verbindungen und Terpenkörper. S. 587.  
 Hennig, Edw., Aus Helgolands Vorzeit. S. 273.  
 — Geologisches vom westlichen Kriegsschauplatz. S. 425.  
 — Der Bau der afrikanisch-arabischen Wüste. S. 449.  
 Jentsch, Ernst, Faradays Gedächtnisschwäche. S. 625, 637.  
 Jost, L., Die Bedeutung Wilhelm Pfeffers für die pflanzenphysiologische Technik und Methodik. S. 129.  
 Isenkrahe, C., Über den Zusammenhang der sogenannten Ätherstoßtheorie mit einigen Sonderfragen der kosmetischen Physik. S. 488.  
 Karrer, P., Über die Rolle der organischen Arsenverbindungen in der modernen Medizin. S. 563.  
 Klaffen, B., Der Gleichdruckölmotor, sein Anwendungsgebiet und seine Wirtschaftlichkeit. S. 684.  
 Kremann, Robert, Die elektrolytische Darstellung von Legierungen aus wässrigen Lösungen. S. 289.  
 Kutteneuler, H., Die Entwicklung der Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle im Deutschen Reiche. S. 509, 521.

- Landé, Alfred, Einige neue Experimente zur Quantenhypothese und deren theoretische Bedeutung. S. 17.
- Liesegang, Raphael Ed., Rhythmische Kristallisation. S. 500.
- Ludendorff, H., Die neuesten Fortschritte der Fixsternkunde. S. 43.
- Ludewig, P., Das Bedürfnis nach einer Einheitshärteskala in der Röntgentechnik. S. 403.
- Mecklenburg, Werner, Die Untersuchung von trüben Lösungen. S. 317.
- Das Königliche Materialprüfungsamt in Lichterfelde-West bei Berlin und seine Aufgaben. S. 656, 665.
- Meyer, Richard, Die Phthaleine. S. 576.
- Nippoldt, A., Die neuen magnetischen Karten des Deutschen Reiches als Grundlage für geologische Forschungen. S. 349.
- Neuere Arbeiten der Carnegie-Institution an der magnetischen Aufnahme der Erde. S. 408.
- Paneth, Fritz, Über die Arbeit des Instituts für Radiumforschung. S. 437.
- Payr, E., Über die Anwendung starker Elektromagneten in der praktischen Medizin. S. 391.
- Prager, R., s. Guthnick, P. S. 53.
- Pringsheim, Hans, Neue Ergebnisse der Stärkechemie. S. 95.
- Rudzki, M. P., Über die Theorie der Erdbebenwellen. S. 201.
- Sapper, Karl, Der gegenwärtige Stand der Länderkunde. S. 89.
- Scheel, Karl, Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1914. S. 533, 545.
- Schlenk, W., Adolf von Baeyers Stellung zum Problem der basischen Natur des Kohlenstoffs. S. 596.
- Schott, Gerhard, Die Gewässer der Bucht von San Francisco. S. 225.
- Schweidler, E. v., Julius Elster und Hans Geitel als Forscher. S. 373.
- Stark, J., Parallelstellung von Atomen und Polarisierung ihrer Lichtemission durch das elektrische Feld (Zuschr.). S. 419.
- Tams, E., Über die Frequenz der Nachstöße starker Beben. S. 145.
- Das italienische Erdbeben vom 13. Januar 1915. S. 189.
- Valentiner, S., Die Lummerschen Arbeiten zur Verflüssigung der Kohle und Herstellung der Sonnentemperatur. S. 65.
- Weinwurm, E., Die wissenschaftlichen Grundlinien der Biererzeugung. S. 165.
- Wieland, H., Adolf von Baeyers Untersuchungen über Peroxyde und Oxonium-Verbindungen. S. 594.
- Willstätter, R., Adolf von Bayer. S. 559.

## Besprechungen.

- Abderhalden, E. (Hrsg.), Fermentforschung (P. Rona). S. 248.
- Abraham, M., Theorie der Elektrizität (M. Born). S. 420.
- Alghetti, Ciro, Curiosità di storia naturale (A. Berliner). S. 26.
- Arndt, Kurt, Handbuch der physikalisch-chemischen Technik für Forscher und Techniker (Alfred Coehn). S. 610.
- Auerbach, F., Die Physik im Kriege (G. Berndt). S. 421.
- Austerweil, G., Die angewandte Chemie in der Luftfahrt (P. Ludewig). S. 664.
- Bateson, W., Mendels Vererbungstheorien (E. Lehmann). S. 542.
- Baur, Erwin, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre (E. Lehmann). S. 549.
- Becher, Erich, Weltgebäude, Weltgesetze, Weltentwicklung (M. B. Weinstein). S. 313.
- Becker, A., und C. Ramsauer, Über radioaktive Meßmethoden und Einheiten (K. Fajans). S. 9.
- Benecke, W., s. Strasburger, E. S. 222.
- Benischke, Gustav, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik (H. Diesselhorst). S. 721.
- Bersch, W., s. Tacke, Br. S. 231.
- Boeschlag, E., P. Krusch und J. H. L. Vogt, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung (H. E. Boeke). S. 76.
- Boeke, H. E., Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie (R. Ed. Liesegang). S. 515.
- Bolk, L., Odontologische Studien (Wilhelm Leche). S. 526.
- Born, Max, Dynamik der Krystallgitter (A. Sommerfeld). S. 669.
- Bragg, W. H., Durchgang der  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - und Röntgenstrahlen durch Materie (E. Regener). S. 36.
- Branford, Benchara, Betrachtungen über mathematische Erziehung vom Kindergarten bis zur Universität (W. Ahrens). S. 25.

- Braun, Max, und Otto Seifert, Die tierischen Parasiten des Menschen, die von ihnen hervorgerufenen Krankheiten und ihre Heilung (V. Jollos). S. 494.
- Brehm, Tierbilder. Die Säugetiere (R. v. Hanstein). S. 541.
- Bresslau, E., s. Steinmann, P. S. 186.
- Brun, Rudolf, Die Raumorientierung der Ameisen und das Orientierungsproblem im allgemeinen (Buttel-Reepen). S. 210.
- Buttel-Reepen, H. v., Leben und Wesen der Bienen (E. Wasmann). S. 485.
- Cammerloher, H., Die Grünalgen der Adria (J. Schiller). S. 232.
- Crossland, Cyril, Desert and Water Gardens of the Red Sea (Thilo Krumbach). S. 255.
- Dammer, B., und O. Tietze, Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohle und des Petroleums (H. E. Boeke). S. 76.
- Diels, Hermann, Antike Technik (A. Berliner). S. 643.
- Dinter, K., Neue und wenig bekannte Pflanzen Deutsch-Südwest-Afrikas unter besonderer Berücksichtigung der Succulenten (L. Diels). S. 209.
- Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie (J. Uhlig). S. 100.
- Ehrenbaum, E., Über Küstenfische von Westafrika, besonders von Kamerun (O. Steche). S. 211.
- Ehrenberg, Paul, Die Bodenkolloide (E. Ramann). S. 447.
- Engler, A., Das Pflanzenreich (F. Moewes). S. 550.
- Die Pflanzenwelt Afrikas, insbesondere seiner tropischen Gebiete (L. Diels). S. 550.
- Erdmann, Benno, Über den modernen Monismus (Richard Herbertz). S. 141.
- Fahrion, W., Die Härtung der Fette (F. Goldschmidt). S. 456.
- Findlay, Alexander, Der osmotische Druck (Werner Mecklenburg). S. 530.
- Fischer, Otto, Medizinische Physik (E. Regener). S. 62.
- Förster, Fritz, Elektrochemie wässriger Lösungen (J. Koppel). S. 459.
- Friederichsen, Max, Die Grenzmarken des europäischen Rußlands (F. Machatschek). S. 411.
- Frisch, Karl von, Der Farbensinn und Formensinn der Biene (H. v. Buttel-Reepen). S. 80.
- Galitzin, Fürst B., Vorlesungen über Seismometrie (W. Pechau). S. 27.
- Gmelin-Kraut, Handbuch der anorganischen Chemie (J. Koppel). S. 458.
- Goebel, O., Über Sibirien nach Ostasien (M. Friederichsen). S. 197.
- Grabau, Amadeus W., Principles of Stratigraphy (V. Hohenstein). S. 99.
- Grafe, V., Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen (E. Küster). S. 496.
- Greeff, R., Über Augengläser und optische Instrumente im Hohenzollern-Museum (M. v. Rohr). S. 294.
- Die Darstellung eines Mönches mit Leseglas von anno 1352 (M. v. Rohr). S. 663.
- Gröber, Paul, Der südliche Tiën-schan (Max Friederichsen) S. 254.
- Hase, Albrecht, Die Biologie der Kleiderlaus *Pediculus corporis de Geer* = *vestimenti Nitzsch* (Autoreferat). S. 613.
- Hayek, A. Edler von, Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns (L. Diels). S. 551.
- Henning, Hans, Ernst Mach als Philosoph, Physiker und Psycholog (Felix Auerbach). S. 208.
- Hess, Richard, Der Forstschutz (E. Kluge). S. 220.
- Hjelmstev, Joh., Geometrische Experimente (H. E. Timerding). S. 632.
- Hinneberg (Hrsgeb.), Die Kultur der Gegenwart. Physik (A. Byk). S. 641.
- Hughes, A. Ll., Die Lichtelektrizität (R. Pohl). S. 247.
- Hupka, E., Die Interferenz der Röntgenstrahlen (P. P. Ewald). S. 343.
- Jaenichen, Willy, Lichtmessungen mit Selen (R. Pohl). S. 248.
- Jaiser, Adolf, Farbenphotographie in der Medizin (R. Schüttauf). S. 661.
- Kanitz, Aristides, Temperatur und Lebensvorgänge (H. Pringsheim). S. 664.
- Katz, D., War Greco astigmatisch? (Moritz v. Rohr). S. 209.
- Kayser, E., Abriß der allgemeinen und stratigraphischen Geologie (Fritz Drevermann). S. 516.
- Keppeler, Gustav (Hrsgeb.), Arbeiten des Laboratoriums für die technische Moorverwertung an der Königl. Technischen Hochschule zu Hannover (Asmus Jabs). S. 170.
- Kerschensteiner, G., Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts (R. Pohl). S. 160.
- Klein, Jahrbuch der Astronomie und Geophysik (W. Kruse). S. 38.
- Klingler, H. (Hrsgeb.), Zeitschrift für Weinbau und Weinhandel (B. Heinze). S. 395.
- Kobert, R., Über die Benutzung von Blut als Zusatz zu Nahrungsmitteln (A. Lazarus). S. 549.
- Kochalsky, Arthur, Das Leben und die Lehre Epikurs (M. Kronenberg). S. 36.
- Koegel, Ludwig, Das Urwaldphänomen Amazoniens (F. W. Neger). S. 447.
- König, Julius, Neue Grundlagen der Logik, Arithmetik und Mengenlehre (Felix Auerbach). S. 223.
- Kremann, Robert, Die elektrolytische Darstellung von Legierungen aus wässrigen Lösungen (J. Koppel). S. 664.
- Krüger, Felix, Über Entwicklungspsychologie (E. Becher). S. 356.
- Krusch, P., s. Beyschlag, F. S. 76.
- Külpe, Oswald, Einleitung in die Philosophie (E. Becher). S. 355.
- Lampe, F., Große Geographen. Bilder aus der Geschichte der Erdkunde (Max Friederichsen). S. 518.
- Lamprecht, Hans, s. Röseler, Paul. S. 431.
- Le Blanc, M., Lehrbuch der Elektrochemie (K. Fajans). S. 460.
- Lenz, Die Rechenmaschinen und das Maschinenrechnen (R. Pohl). S. 504.
- Leonhard, R., Paphlagonia (Max Friederichsen). S. 446.
- Liebert, Arthur, Das Problem der Geltung (M. Kronenberg). S. 719.
- Lindau, G., Die Algen (F. Tobler). S. 220, 551.
- Locy, William A., Die Biologie und ihre Schöpfer (O. Steche). S. 161.
- Löwenheim, Louis, Die Wissenschaft Demokrits und ihr Einfluß auf die moderne Naturwissenschaft (M. Kronenberg). S. 29.

- Lummer, O., Verflüssigung der Kohle und Herstellung der Sonnentemperatur (S. Valentiner). S. 65.
- Matenaers, F. F., Das Verpflanzen der Luzerne (B. Heinze). S. 552.
- Meyer, Arthur, Erstes mikroskopisches Praktikum (P. Mayer). S. 494.
- Meyer, Werner Th., Tintenfische, mit besonderer Berücksichtigung von Sepia und Octopus (Thilo Krumbach). S. 186.
- Michel, H., Die künstlichen Edelsteine, ihre Erzeugung, ihre Unterscheidung von den natürlichen und ihre Stellung im Handel (J. Uhlig). S. 515.
- Möbius, M., Mikroskopisches Praktikum für systematische Botanik (P. Mayer). S. 662.
- Müller, Hugo, Die Mißerfolge in der Photographie und die Mittel zu ihrer Beseitigung (W. Bachmann). S. 223.
- Nansen, Fridtjof, Sibirien ein Zukunftsland (Max Friederichsen). S. 37.
- Neger, F. W., s. Wislicenus, H. S. 62.
- Oppel, Albert, Gewebekulturen und Gewebepflege im Explantat (J. Schaxel). S. 495.
- Oppenheimer, Carl, Stoffwechselfermente (Martin Jacoby). S. 548.
- Oppermann, Edm., Die europäischen Kriegsschauplätze (Max Friederichsen). S. 255.
- Ostenfeld, C. H., On the distribution of Bacillariales (Diatoms) in the plankton of the north european waters according to the international sea investigations, with special relation to the hydrographical conditions (J. Schiller). S. 188.
- Pagel, J. L., Einführung in die Geschichte der Medizin (R. Kobert). S. 293.
- Palágyi, Melchior, Die Relativitätstheorie in der modernen Physik (M. Born). S. 11.
- Philippson, A., Das Mittelmeergebiet, seine geographische Lage und kulturelle Eigenart (E. Rudolph). S. 410.
- Planck, Max, Dynamische und statische Gesetzmäßigkeit (F. Reiche). S. 36.
- Plimmer, R. H. A., Die chemische Konstitution der Eiweißkörper (W. Pauli). S. 458.
- Poincaré, Henri, Letzte Gedanken (Felix Auerbach). S. 208.
- Przibram, Hans, Experimental-Zoologie (R. v. Hanstein). S. 541.
- Ramsauer, C., s. Becker, A. S. 9.
- Reinhard, Anatol v., Beiträge zur Kenntnis der Eiszeit im Kaukasus (H. Lautensach). S. 162.
- Röseler, Paul, und Hans Lamprecht, Handbuch für biologische Übungen (Th. Krumbach). S. 431.
- Rohr, M. von, Die Entstehung der modernen Gläserabstufung. S. 663.
- Die Entwicklung der Fernrohrbrille. S. 663.
- Zur Brillenversorgung Deutschlands im 18. Jahrhundert. S. 663.
- Runge, C., Graphische Methoden (R. Rothe). S. 632.
- Ruttner, F., Bemerkungen zur Frage der vertikalen Planktonwanderung (J. Schiller). S. 232.
- Sachs, Curt, Real-Lexikon der Musikinstrumente (Felix Auerbach). S. 246.
- Schaefer, Clemens, Einführung in die theoretische Physik (A. Byk). S. 419.
- Scheu, E., s. Spethmann, H. S. 410.
- Schmid, Bastian, Handbuch der naturgeschichtlichen Technik für Lehrer und Studierende der Naturwissenschaften (Th. Krumbach). S. 431.
- Schmidt, Ad., Die magnetische Vermessung I. Ordnung des Königreichs Preußen 1898 bis 1903 (A. Nippoldt). S. 517.
- Schoenichen, W., Methodik und Technik des naturwissenschaftlichen Unterrichts (Th. Krumbach). S. 431.
- Schück, A., Der Kompaß (A. Nippoldt). S. 516.
- Schüle, W., Technische Thermodynamik (G. Zerkowitz). S. 502.
- Schulze, B., Wurzelatlas (B. Heinze). S. 394.
- Seifert, Otto, Die Nebenwirkungen der modernen Arzneimittel (Erich Ebstein). S. 210.
- s. Braun, Max. S. 494.
- Siegel, G., Der Staat und die Elektrizitätsversorgung (Selbstanzeige). S. 504.
- Solbrig, O., Desinfektion, Sterilisation, Konservierung (J. Tillmans). S. 495.
- Spalteholz, Werner, Über das Durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten und seine theoretischen Bedingungen (P. Mayer). S. 210.
- Spethmann, H., und E. Scheu (Hrsgb.), Kriegsgeographische Zeitbilder (Max Friederichsen). S. 410.
- Stein, Paul, Verfahren und Einrichtungen zum Tiefbohren (R. Pohl). S. 516.
- Steinmann, P., und E. Bresslau, Die Strudelwürmer [Turbellaria] (Thilo Krumbach). S. 186.
- Strasburger, E., und W. Benecke, Zellen- und Gewebelehre, Morphologie und Entwicklungsgeschichte (J. Buder). S. 222.
- Strassen, Otto zur (Hrsgb.), Brehms Tierleben. Die Fische (R. v. Hanstein). S. 267.
- Brehms Tierleben. Die Säugetiere (Ed. Hahn). S. 185. — (W. Kükenenthal). S. 540.
- Tacke, Br., und W. Bersch (Hrsgb.), Jahrbuch der Moorkunde (B. Heinze). S. 231.
- Tafel, A., Meine Tibetreise (Max Friederichsen). S. 253.
- Tietze, O., s. Dammer, B. S. 76.
- Ule, W., Das Deutsche Reich (Max Friederichsen). S. 517.
- Unwin, Ernest E., Pond Problems (Thilo Krumbach). S. 492.
- Valentiner, Siegfried, Anwendungen der Quantenhypothese in der kinetischen Theorie der festen Körper und der Gase (F. Reiche). S. 248.
- Die Grundlagen der Quantentheorie in elementarer Darstellung (F. Reiche). S. 248.
- Vogt, J. H. L., s. Beyschlag, F. S. 76.
- Volk, Karl G., Geologisches Wanderbuch (V. Hohenstein). S. 162.
- Voß, A., Über die mathematische Erkenntnis (W. Ahrens). S. 222.
- Warming, Eugen, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie (E. Rübel). S. 187.
- Wasmann, E., Das Gesellschaftsleben der Ameisen (R. v. Hanstein). S. 268.
- Weimarn, P. P. von, Zur Lehre von den Zuständen der Materie (Werner Mecklenburg). S. 311.
- Weinhold, Adolf F., Physikalische Demonstrationen (E. Regener). S. 37.

- Weinstein, Max B., Kräfte und Spannungen. Das Gravitations- und Strahlenfeld (M. Born). S. 420.  
 Weyrauch, Jakob J., Robert Mayer zur Jahrhundertfeier seiner Geburt (Felix Auerbach). S. 11.  
 Wislicenus, H., und F. W. Neger, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Abgassäuren auf die Pflanze (B. Heinze). S. 62.  
 Witte, Hans, Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik (Max Born). S. 343.  
 Wolf, Max, Stereoskopbilder vom Sternhimmel (M. von Rohr). S. 609.  
 Zoth, O., Über die Natur der Mischfarben auf Grund der Undulationshypothese (R. Pohl). S. 343.

### Verzeichnis der Referenten.

- Ahrens, W.: Branford, Benchara, Betrachtungen über mathematische Erziehung vom Kindergarten bis zur Universität. S. 25.  
 — Voß, A.: Über die mathematische Erkenntnis. S. 222.  
 Auerbach, Felix: Henning, Hans, Ernst Mach als Philosoph, Physiker und Psycholog. S. 208.  
 — König, Julius, Neue Grundlagen der Logik, Arithmetik und Mengenlehre. S. 223.  
 — Poincaré, Henri, Letzte Gedanken. S. 208.  
 — Sachs, Curt: Real-Lexikon der Musikinstrumente. S. 246.  
 — Weyrauch, Jakob J., Robert Mayer zur Jahrhundertfeier seiner Geburt. S. 11.  
 Bachmann, W.: Müller, Hugo, Die Mißerfolge in der Photographie und die Mittel zu ihrer Beseitigung. S. 223.  
 Becher, E.: Krüger, Felix, Über Entwicklungspsychologie. S. 356.  
 — Külpe, Oswald, Einleitung in die Philosophie. S. 355.  
 Berliner, A.: Alghetti, Ciro, Curiosità di storia naturale. S. 26.  
 — Diels, Hermann, Antike Technik. S. 643.  
 — Der Jahresbericht des American Museum of Natural History über das Jahr 1914. S. 294.  
 Berndt, G.: Auerbach, F., Die Physik im Kriege. S. 421.  
 Boeke, H. E.: Beyschlag, F., P. Krusch und J. H. L. Vogt, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. S. 76.  
 — Dammer, B., und O. Tietze, Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohle und des Petroleums. S. 76.  
 Born, Max: Abraham, M., Theorie der Elektrizität. S. 420.  
 — Palágyi, Melchior, Die Relativitätstheorie in der modernen Physik. S. 11.  
 — Weinstein, Max B., Kräfte und Spannungen. Das Gravitations- und Strahlenfeld. S. 420.  
 — Witte, Hans, Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik. S. 343.  
 Brennecke, W.: Ur Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter. S. 230.  
 Buder, J.: Strasburger, E., und W. Benecke, Zellen- und Gewebelehre, Morphologie und Entwicklungsgeschichte. S. 222.  
 Buttel-Reepen, H. v.: Brun, Rudolf, Die Raumorientierung der Ameisen und das Orientierungsproblem im allgemeinen. S. 210.  
 — Frisch, Karl, von, Der Farbensinn und Formensinn der Biene (Originalartikel). S. 80.  
 Byk, A.: Hinneberg, Die Kultur der Gegenwart. Physik (Originalartikel). S. 641.  
 Byk, A.: Schaefer, Clemens, Einführung in die theoretische Physik. S. 419.  
 Coehn, Alfred: Arndt, Kurt, Handbuch der physikalisch-chemischen Technik für Forscher und Techniker. S. 610.  
 Diels, L.: Dinter, K., Neue und wenig bekannte Pflanzen Deutsch-Südwest-Afrikas unter besonderer Berücksichtigung der Succulenten. S. 209.  
 — Engler, A., Die Pflanzenwelt Afrikas, insbesondere seiner tropischen Gebiete. S. 550.  
 — Hayek, A. Edler von, Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns. S. 551.  
 Diesselhorst, H.: Benischke, Gustav, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik. S. 721.  
 Drevermann, Fritz: Kayser, E., Abriß der allgemeinen und stratigraphischen Geologie. S. 516.  
 Ebstein, Erich: Seifert, Otto, Die Nebenwirkungen der modernen Arzneimittel. S. 210.  
 Ewald, P. P.: Hupka, E., Die Interferenz der Röntgenstrahlen. S. 343.  
 Fajans, K.: Becker, A., und C. Ramsauer, Über radioaktive Meßmethoden und Einheiten. S. 9.  
 — Le Blanc, M., Lehrbuch der Elektrochemie. S. 460.  
 Friederichsen, Max: Goebel, O., Über Sibirien nach Ostasien (Originalartikel). S. 197.  
 — Gröber, Paul, Der südliche Tiënschan. S. 254.  
 — Lampe, F., Große Geographen. Bilder aus der Geschichte der Erdkunde. S. 518.  
 — Leonhard, R., Paphlagonia. S. 446.  
 — Nansen, Fridtjof, Sibirien ein Zukunftsland. S. 37.  
 — Oppermann, Edm., Die europäischen Kriegsschauplätze. S. 255.  
 — Spethmann, H., und E. Scheu, Kriegsgeographische Zeitbilder. S. 410.  
 — Tafel, A., Meine Tibetreise. S. 253.  
 — Ule, W., Das Deutsche Reich. S. 517.  
 Goldschmidt, F.: Fahrion, W., Die Härtung der Fette. S. 456.  
 Hahn, Ed., Brehms Tierleben. Die Säugetiere. S. 185.  
 Hanstein, R. v.: Brehms Tierleben. Band III, Fische. S. 267.  
 — Brehms Tierbilder. Die Säugetiere. S. 541.  
 — Przibram, Hans, Experimental-Zoologie. S. 541.  
 — Wasmann, E., Das Gesellschaftsleben der Ameisen. S. 268.  
 Hase, Albrecht: Die Biologie der Kleiderlaus *Pediculus corporis de Geer* = *vestimenti Nitzsch* (Originalartikel). S. 613.  
 Heinze, B.: Klingler, H., Zeitschrift für Weinbau und Weinhandel. S. 395.  
 — Matenacs, F. F., Das Verpflanzen der Luzerne. S. 552.



- Heinze, B.: Schulze B., Wurzelatlas. S. 394.
- Tacke, Br., und W. Bersch, Jahrbuch der Moorkunde. S. 231.
- Wislicenus, H., und F. W. Neger, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Abgassäuren auf die Pflanze. S. 62.
- Herbertz, Richard: Erdmann, Benno, Über den modernen Monismus (Originalartikel). S. 141.
- Hohenstein, V.: Grabau, Amadeus W., Principles of Stratigraphy. S. 99.
- Volk, Karl G., Geologisches Wanderbuch. S. 162.
- Jabs, Asmus: Keppeler, Gustav, Arbeiten des Laboratoriums für die technische Moorverwertung an der Königl. Technischen Hochschule zu Hannover. S. 170.
- Jacoby, Martin: Oppenheimer, Carl, Stoffwechsel-fermente. S. 548.
- Jollos, V.: Braun, Max, und Otto Seifert, Die tierischen Parasiten des Menschen, die von ihnen hervorgerufenen Krankheiten und ihre Heilung. S. 494.
- Kluge, E.: Hess, Richard, Der Forstschutz. S. 220.
- Kobert, R.: Pagel, J. L., Einführung in die Geschichte der Medizin. S. 293.
- Koppel, J.: Förster, Fritz, Elektrochemie wässriger Lösungen. S. 459.
- Gmelin-Krauts Handbuch der anorganischen Chemie. S. 458.
- Kremann, Robert, Die elektrolytische Darstellung von Legierungen aus wässrigen Lösungen. S. 664.
- Tables Annuelles de Constantes et Données Numériques de Chimie, de Physique et de Technologie. S. 344.
- Kronenberg, M.: Kochalsky, Arthur, Das Leben und die Lehre Epikurs. S. 36.
- Liebert, Arthur, Das Problem der Geltung. S. 719.
- Löwenheim, Louis, Die Wissenschaft Demokrits und ihr Einfluß auf die moderne Naturwissenschaft (Originalartikel). S. 29.
- Krumbach, Thilo: Crossland, Cyril, Desert and Water Gardens of the Red Sea. S. 255.
- Meyer, Werner Th., Tintenfische, mit besonderer Berücksichtigung von Sepia und Octopus. S. 186.
- Röseler, Paul, und Hans Lamprecht, Handbuch für biologische Übungen. S. 431.
- Schmid, Bastian, Handbuch der naturgeschichtlichen Technik für Lehrer und Studierende der Naturwissenschaften. S. 431.
- Schoenichen, W., Methodik und Technik des naturwissenschaftlichen Unterrichts. S. 431.
- Steinmann, P., und E. Bresslau, Die Strudelwürmer. S. 186.
- Unwin, Ernest E., Pond Problems. S. 492.
- Kruse, W.: Kleins Jahrbuch der Astronomie und Geophysik. S. 38.
- Kükenthal, W.: Brehms Tierleben. Säugetiere. S. 541.
- Küster, E.: Grafe, V., Ernährungsphysiologisches Praktikum. S. 496.
- Lautensach, H.: Reinhard, Anatol v., Beiträge zur Kenntnis der Eiszeit im Kaukasus. S. 162.
- Lazarus, A.: Kobert, R., Über die Benutzung von Blut als Zusatz zu Nahrungsmitteln. S. 549.
- Leche, Wilhelm: Bolk, L., Odontologische Studien. S. 526.
- Lehmann, E.: Bateson, W., Mendels Vererbungs-theorien. S. 542.
- Baur, Erwin, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. S. 549.
- Liesegang, R. Ed.: Boeke, H. E., Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie. S. 515.
- Ludewig, P.: Austerweil, G., Die angewandte Chemie in der Luftfahrt. S. 664.
- Machatschek, Max: Friederichsen, Max, Die Grenzmarken des europäischen Rußlands. S. 411.
- Mayer, P.: Meyer, Arthur, Erstes mikroskopisches Praktikum. S. 494.
- Möbius, M., Mikroskopisches Praktikum für systematische Botanik. S. 662.
- Spalteholz, Werner, Über das Durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten und seine theoretischen Bedingungen. S. 210.
- Mecklenburg, Werner: Findlay, Alexander, Der osmotische Druck. S. 530.
- Weimarn, P. P. von, Zur Lehre von den Zuständen der Materie. S. 311.
- Moewes, F.: Engler, A., Das Pflanzenreich. S. 550.
- Neger, F. W.: Koegel, Ludwig, Das Urwaldphänomen Amazoniens. S. 447.
- Nippoldt, A.: Schmidt, Ad., Die magnetische Vermessung I. Ordnung des Königreichs Preußen 1898 bis 1903. S. 517.
- Schück, A., Der Kompaß. S. 516.
- Pauli, W.: Plimmer, R. H. A., Die chemische Konstitution der Eiweißkörper. S. 458.
- Pechau, W.: Galitzin, Fürst B., Vorlesungen über Seismometrie. S. 27.
- Pohl, R.: Hughes, A. Ll., Die Lichtelektrizität. S. 247.
- Jaenichen, Willy, Lichtmessungen mit Selen. S. 248.
- Kerschensteiner, G., Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts. S. 160.
- Lenz, Die Rechenmaschinen und das Maschinenrechnen. S. 504.
- Stein, Paul, Verfahren und Einrichtungen zum Tiefbohren. S. 516.
- Zoth, O., Über die Natur der Mischfarben auf Grund der Undulationshypothese. S. 343.
- Pringsheim, H.: Kanitz, Aristides, Temperatur und Lebensvorgänge. S. 664.
- Ramann, E.: Ehrenberg, Paul, Die Bodenkolloide. S. 447.
- Regener, Erich: Bragg, W. H., Durchgang der  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - und Röntgenstrahlen durch Materie. S. 36.
- Fischer, Otto, Medizinische Physik. S. 62.
- Weinhold, Adolf F., Physikalische Demonstrationen. S. 37.
- Reiche, F.: Planck, Max, Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit. S. 36.
- Valentiner, Siegfried, Anwendungen der Quantenhypothese in der kinetischen Theorie der festen Körper und der Gase. S. 248.
- Valentiner, Siegfried, Die Grundlagen der Quantentheorie in elementarer Darstellung. S. 248.
- Rohr, Moritz von: Die Entwicklung der Brille. S. 294. 663.
- Katz, D., War Greco astigmatisch? S. 269.
- Wolf, Max, Stereoskopbilder vom Sternhimmel. S. 609.
- Rona, P.: Abderhalden, E., Fermentforschung. S. 248.
- Rothe, R.: Runge, C., Graphische Methoden. S. 632.
- Rudolph, E.: Philippson, A., Das Mittelmeergebiet, seine geographische Lage und kulturelle Bedeutung. S. 410.
- Rübel, E.: Eug. Warmings Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. S. 187.

- Schaxel, J.: Oppel, Albert, Gewebekulturen und Gewebepflege im Explantat. S. 495.
- Schiller, J.: Cammerloher, H., Die Grünalgen der Adria. S. 232.
- Ostenfeld, C. H., On the distribution of Bacillariales (Diatoms) in the plankton of the north european Waters according to the international sea investigations, with special relation to the hydrographical conditions. S. 188.
- Ruttner, F., Bemerkungen zur Frage der vertikalen Planktonwanderung. S. 232.
- Schott, Gerhard: A report upon the physical conditions in San Francisco Bay (Originalartikel). S. 225.
- Schütttauf, R.: Jaiser, Adolf, Farbenphotographie in der Medizin. S. 661.
- Siegel, G.: Der Staat und die Elektrizitätsversorgung (Selbstanzeige). S. 504.
- Sommerfeld, A.: Born, Max, Dynamik der Krystallgitter. S. 669.
- Steche, O.: Ehrenbaum, E., Über Küstenfische von Westafrika, besonders von Kamerun. S. 211.
- Steche, O.: Locy, William A., Die Biologie und ihre Schöpfer. S. 161.
- Tillmans, J.: Solbrig, O., Desinfektion, Sterilisation, Konservierung. S. 495.
- Timmerding, H. E.: Hjelmslev, Joh., Geometrische Experimente. S. 632.
- Tobler, F.: Lindau, G., Die Algen. S. 220, 551.
- Uhlig, J.: Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie. S. 100.
- Michel, H., Die künstlichen Edelsteine, ihre Erzeugung, ihre Unterscheidung von den natürlichen und ihre Stellung im Handel. S. 515.
- Valentiner, S.: Lummer, O., Verflüssigung der Kohle und Herstellung der Sonnentemperatur (Originalartikel). S. 65.
- Wasmann, E.: Buttel-Reepen, H. v., Leben und Wesen der Bienen (Originalartikel). S. 485.
- Weinstein, M. B.: Becher, Erich, Weltgebäude, Weltgesetze, Weltentwicklung. S. 313.
- Zerkowitz, G.: Schüle, W., Technische Thermodynamik. S. 502.

### Kleine Mitteilungen.

- Absorptionsbanden**, Übertragung der Bjerrumschen Theorie auf die — und Fluoreszenzbanden organischer Körper. S. 271.
- Absorptionsspektren**, Lichtquellen zur Untersuchung der — im Ultraviolett. S. 634.
- Absorptionsspektrum des Zinkdampfes**. S. 270.
- Actinium C** bei seinem Zerfall Seitenketten bildend. S. 271.
- Aktivierung**, elektrische, Über die — des Stickstoffs. S. 646.
- Alkoholoxydation** durch die Samenpflanzen. S. 506.
- Aluminium**, Zerstäubung des —. S. 271.
- Aluminiumnitrid**, Über die Synthese des Ammoniaks aus dem —. S. 259.
- Amalgame**, Volumenänderung von —. S. 14.
- Ammoniak**, Über die Synthese des — aus dem Aluminiumnitrid. S. 259.
- Anomale Dispersion**, Juliussche Theorie der —. S. 622.
- Antwerpen**, Die Wasserversorgung von — während der Belagerung. S. 470.
- Aphasie**, Zur Vorgeschichte der —. S. 519.
- Arbeitsleistung**, Über die — der Infanterie- und Artilleriegeschosse. S. 39.
- Arsen**, Der Nachweis von — in den Haaren. S. 691.
- Assimilationsapparat**, Über die chemische Einrichtung des —. S. 552.
- $\alpha$ -Strahlen**, Durchgang von — durch Kristalle. S. 272.
- Die Geschwindigkeit der — des Radiums. S. 544.
- Astronomische Nachrichten**, Ein Jubiläum der —. S. 328.
- $\alpha$ -Teilchen**, Masse und Geschwindigkeit der —. S. 176.
- Der Durchgang von — durch Wasserstoff. S. 543.
- Atmosphärische Mondzeiten**. S. 421.
- Atmosphärische Niederschläge** Elektrizität der —. S. 634.
- Atomgewicht**, Das gewöhnliche Blei verschiedenen Ursprungs hat dasselbe —. S. 543.
- Atomgewicht einiger nicht irdischer Elemente im Orionnebel. S. 258.
- Ausdehnungs- und Elastizitätskoeffizienten**, Messung der —. S. 358.
- Automobilbetrieb**, Benzinersatzstoffe für den —. S. 257.
- Azetylen**, Wirkt — auf Metalle ein? S. 330.
- Bahnbewegung**, Über die — des neunten Jupitermondes. S. 87.
- Barium**, Abweichung der Linien der ersten (Triplet-) Nebenserie des —. S. 359.
- Baumwolle**, ägyptische, Die Verschlechterung der —. S. 297.
- Befruchtung und Furchung**. S. 704.
- Benzin**, Eine einfache Methode zur Unterscheidung von — und Benzol. S. 624.
- Benzinersatzstoffe** für den Automobilbetrieb. S. 257.
- Benzol**, Eine einfache Methode zur Unterscheidung von Benzin und —. S. 624.
- $\beta$ -Strahlen**. S. 543.
- Zahl der von den — und  $\gamma$ -Strahlen des Radiums B und C erzeugten Ionen. S. 270.
- Bjerrumsche Theorie**, Übertragung der — auf die Absorptions- und Fluoreszenzbanden organischer Körper. S. 271.
- Blei**, Die allotrope Modifikation des —. S. 506.
- Das gewöhnliche — verschiedenen Ursprungs hat dasselbe Atomgewicht. S. 543.
- Bleiglätte**, Edelmetalle in —. S. 345.
- Blütenfarben**. S. 422.
- Blutegel**, Versuche mit dem gewöhnlichen —. S. 704.
- Breitenbestimmung**, Ergebnisse der — auf dem Observatorium Johannesburg. S. 234.
- Brennstoffe**, Über — und Motorentreibmittel in Kriegszeiten. S. 646.
- Bronzezeit**, Funde der — in der Touraine. S. 554.
- Calciumpräparate**, Neuartige Lumineszenz an —. S. 506.
- Carboxylase**, Fortgesetzte Untersuchungen über — und andere Hefenfermente. S. 690.

- Chemische Zusammensetzung, Nahe Beziehungen der Gestalt zur —. S. 423.
- Chlorophyll, tierisches, Die Rolle des —. S. 704.
- Coolidgeöhre. S. 544.
- Crocker-Land, Nachweis der Nichtexistenz von —. S. 152.
- Cronartiumrost, Erfolgreiche Bekämpfung des — auf der schwarzen Johannisbeere. S. 371.
- Delphine**, lebende, im Zoologischen Garten. S. 150.
- Dents, L'usure des — chez les préhistoriques. S. 315.
- Deutschum im Auslande, Ein bemerkenswerter Erfolg des —. S. 371.
- Dispersion, anomale, Theorie der — auf der Sonne. S. 358.
- Donner, Schallreflexion beim —. S. 52.
- Dünger, Stickstoff-, Über die Wirkung von —. S. 329.
- Edelmetalle** in Bleiglätte. S. 345.
- Eier der Paradiesvögel. S. 397.
- Eiffelturm, Über die drahtlose Station auf dem —. S. 86.
- Eisen, Magnetisierung des — auf seine Undurchlässigkeit für Röntgenstrahlen. S. 64.
- Eiweiß, pflanzliches, Über die Ausnutzung des — im Tierkörper. S. 506.
- Eiweißkörper, Schwefel in —. S. 691.
- Elastizitätskoeffizienten, Messung der Ausdehnungs- und —. S. 358.
- Elektrische Aktivierung, Über die — des Stickstoffs. S. 646.
- Triebkraft, Anwendung — im Bergbau. S. 51.
- Elektrizität, Reibungs-, an Isolatoren und Metallen. S. 271.
- Elektrokultur, Zur Frage der —. S. 151.
- Ellenbogengelenk, Überstreckbarkeit des Unterarms im —. S. 519.
- Energieverteilung, Neue Untersuchungen über die — im Sonnenspektrum. S. 87.
- Entfernungsmesser, Neue — mit absoluter Berichtigung. S. 64.
- Enzyme, Die chemische Natur der —. S. 505.
- Erdmagnetismus, Das arithmetische Mittel im täglichen Gang des —. S. 15.
- Ersatzstoffe, Versuche mit — für Wetterlampenbenzin. S. 506.
- Estolide. S. 422.
- Färbung**, vitale, der Pflanzenzellen mit Anilinfarben. S. 139.
- Fett aus Klärschlamm. S. 283.
- Feuerkugel, Über eine am Tage beobachtete —. S. 174.
- Fieber. S. 518.
- Filterverfahren, Ein neues —. S. 470.
- Fische, junge pelagische, Parasitismus —. S. 704.
- Fixsterne, Durchmesser der —. S. 174.
- Flüssigkeit, reibungslose, Die Bewegung einer —. S. 346.
- Fluoreszenzbanden, Übertragung der Bjerrumschen Theorie auf die Absorptionsbanden und — organischer Körper. S. 271.
- Freiballon, Funkentelegraphische Empfangsversuche im —. S. 675.
- Frosch, Die Bewegung der Pigmentzellen beim —. S. 298.
- Funkentelegraphische Empfangsversuche im Freiballon. S. 675.
- Furchung, Befruchtung und —. S. 704.
- Futtereiweiß, Ein neues Verfahren zur Massengewinnung von Hefe als —. S. 345.
- Gärung**, alkoholische, Die Bildung von Milchsäure und Glycerin bei der —. S. 422.
- Gasbehälter, Eine neue Bauart für —. S. 471.
- Gase, verfestigte, Über optische Untersuchungen an —. S. 646.
- Gasinterferometer, Einige Erfahrungen bei der Eichung eines —. S. 346.
- Gasmoleküle, Reflexion der — an einer festen Wand. S. 621.
- Gasolin, Die Gewinnung von — aus Naturgas. S. 284.
- Genie, Psychologie und Psychopathologie des —. S. 519.
- Geschosse, Infanterie- und Artillerie-, Über die Arbeitsleistung der —. S. 39.
- Getreidereste aus dem Mittelalter. S. 200.
- Glycerin, Die Bildung von Milchsäure und — bei der alkoholischen Gärung. S. 422.
- Gravitation, Apparat zur Bestimmung der — auf See. S. 271.
- $\gamma$ -Strahlen (Ionenzahl). S. 358.
- Von den — von Radium B, C und D hervorgerufene Ionisation. S. 270.
- Zahl der von den  $\beta$ -Strahlen und — des Radiums B und C erzeugten Ionen. S. 270.
- Gurke, Spritz-, Das Ausschleudern der Samen bei der —. S. 235.
- Haare**, Der Nachweis von Arsen in den —. S. 691.
- Harn, Urinod, das riechende Prinzip des —. S. 330.
- Hausschwamm, Die Holzansteckung durch —. S. 200.
- Hefe, Ein neues Verfahren zur Massengewinnung von — als Futtereiweiß. S. 345.
- Hefenfermente, Fortgesetzte Untersuchungen über Carboxylase und andere —. S. 690.
- Helium, Das Spektrum des Wasserstoffs und des —. S. 331.
- Heufieber, Erfolgreiche Behandlung des —. S. 298.
- Hochfrequenzkreise, Über die Messung kleiner Verluste in —. S. 88.
- Hochmoorboden, Stickstoffumsetzungen im —. S. 298.
- Höhle, Deutschlands größte —. S. 51.
- Hörweite, Die — des Kanonendonners. S. 434.
- Hohlspiegel, Über die Prüfung von — für Scheinwerfer. S. 674.
- Holzansteckung, Die — durch Hausschwamm. S. 200.
- Holzzellulosepulver. S. 423.
- Jauchestickstoff**, Verwendung von Torfstreu zur besseren Erhaltung des —. S. 330.
- Johannisbeere, schwarze, Erfolgreiche Bekämpfung des Cronartiumrostes auf der —. S. 371.
- Ionen, träge, Natur der — der Atmosphäre. S. 331.
- Wiedervereinigung der —. S. 622.
- Ionisation, Rest-. S. 544.
- Ionisierte Oberflächenschichten, Existenz von — an Metallen. S. 622.
- Juliussehe Theorie der anomalen Dispersion. S. 622.
- Jupitermond, Über die Bahnbewegung des neunten —. S. 87.
- Kälte**, Versuche mit niederen Land- und Süßwassertieren bei ziemlich starker —. S. 703.
- Käse, Zwei wenig bekannte Eigenschaften der —. S. 199.
- Kaffee-Ersatzmittel. S. 297.
- Kalk und Magnesia, Die Bedeutung des Mengenverhältnisses von — in den Nahrungsmitteln. S. 370.
- Kalksalze, Die Rolle der — und ihre Wichtigkeit bei der menschlichen Ernährung, namentlich im Kriege. S. 284.
- Kalziumkarbid, chemisch reines, Über Untersuchungen von —. S. 647.

- Kanonendonner, Die Hörweite des —. S. 434.  
 Katalysator, Quecksilber im —. S. 691.  
 Keplers Verdienste um das Gesetz der allgemeinen Massenanziehung. S. 496.  
 Klärschlamm, Fett aus —. S. 283.  
 Klimaschwankungen, Eine neue Methode zur Feststellung von —. S. 152.  
 Kohlendioxyd, Über die elektrolytische Reduktion von unter Druck gelöstem — und Kohlenoxyd. S. 647.  
 Kohlenhydratester, Natürliche — aromatischer Säuren. S. 691.  
 Kohlenoxyd-Luftprüfer, Ein neuer —. S. 471.  
 Kohlensäure als Pflanzendünger. S. 199.  
 Kohlensäuregehalt, Der — der Luft in seiner Bedeutung für die grünen Pflanzen. S. 370.  
 Komet, Ein neuer — entdeckt. S. 150.  
 Kometen, Vom neuen —. S. 174.  
 — periodische, Wiederauffindung zweier —. S. 329.  
 — Neuentdeckungen von Planetoiden und —. S. 496.  
 — periodische, Wiederkehr —. S. 234.  
 Kontaktpotentiale, Ursache der —. S. 270.  
 Korksäure, Die —. S. 691.  
 Krieg, Die Wasserversorgung von Antwerpen während der Belagerung. S. 470.  
 — Die Rolle der Kalksalze und ihre Wichtigkeit bei der menschlichen Ernährung, namentlich im —. S. 284.  
 Kristalle, Durchgang von  $\alpha$ -Strahlen durch —. S. 272.  
 Kristallflächen, Löslichkeit —. S. 691.  
 Kristallstruktur, Interferenz der Röntgenstrahlen und —. S. 435.  
**Landesaufnahme**, Die Stereophotogrammetrie im Dienste der —. S. 234.  
 Land- und Süßwassertiere, Versuche mit niederen — bei ziemlich starker Kälte. S. 703.  
 Leitfähigkeit, elektrische, kolloider Lösungen. S. 436.  
 Licht, Einwirkung der Schwerkraft auf das —. S. 421.  
 Lichtbogen, Der Gleichstrom — großer Bogenlänge. S. 283.  
 Lilienfeld, Die Röntgenröhre nach Dr. J. —. S. 357.  
 Lösungen, kolloide, Elektrische Leitfähigkeit —. S. 436.  
 Luft-Ammoniak-Gemische, Über die Explosibilität von —. S. 258.  
 Luftelektrische Messungen. S. 634.  
**Magnesia**, Die Bedeutung des Mengenverhältnisses von Kalk und — in den Nahrungsmitteln. S. 370.  
 Magnetfeld, Zusammenhang zwischen Magnetostraktion und Widerstandsänderung im —. S. 636.  
 Magnetisches Feld, Rückstoßatom im —. S. 544.  
 Magnetisierung des Eisens auf seine Undurchlässigkeit für Röntgenstrahlen. S. 64.  
 Magnetisierung eines Körpers aus magnetischem Material bei seiner Rotation. S. 621.  
 Magnetismus, Theorie des —. S. 359.  
 Magnetostraktion, Zusammenhang zwischen — und Widerstandsänderung im Magnetfelde. S. 636.  
 Mars, Neues vom Planeten —. S. 329.  
 Massenanziehung, Keplers Verdienste um das Gesetz der allgemeinen —. S. 496.  
 Meteorspur, photographische, Die photometrische Ausmessung einer —. S. 234.  
 Methan, zum Nachweis des —. S. 623.  
 Milchsäure, Die Bildung von — und Glycerin bei der alkoholischen Gärung. S. 422.  
 Mimicry bei Schlangen. S. 344.  
 Mimosen, Die Reizleitung bei den —. S. 151.  
 Moleküldurchmesser, Zusammenhänge zwischen den — der Edelgase und der Gase der Halogengruppe. S. 331.  
 Molekulargewichtsbestimmung im festen Zustand. S. 14.  
 Mond, Veränderungen auf dem —. S. 28.  
 Mondzeiten, atmosphärische —. S. 421.  
 Motorentreibmittel, Über Brennstoffe und — in Kriegszeiten. S. 646.  
 Müller, Fritz, Herausgabe von — Werken, Briefen und Leben. S. 702.  
**Naphthalinmotoren**. S. 258.  
 Naturgas, Die Gewinnung von Gasolin aus —. S. 284.  
 Niederschläge, atmosphärische, Elektrizität der —. S. 634.  
**Oberflächenhärtung**, Verfahren zur — von Stahl. S. 64.  
 Oberflächenspannung, Die — amorpher Körper. S. 15.  
 Objektisch, heizbarer. S. 139.  
 Optische Untersuchungen, Über — verfestigter Gase. S. 646.  
 Orionnebel, Atomgewicht einiger nicht irdischer Elemente im —. S. 358.  
 Ostjaken, Messungen an den Samojeden, — und Wogulen Nordwest-Sibiriens. S. 371.  
**Paradiesvögel**, Eier der —. S. 397.  
 Parasitismus junger pelagischer Fische. S. 704.  
 Pflanzendünger, Kohlensäure als —. S. 199.  
 Pflanzenkrankheiten, Gebiete der — und des Pflanzenschutzes. S. 236.  
 Pflanzenzellen, Vitale Färbung der — mit Anilinfarben. S. 139.  
 Photographische Photometrie. S. 13.  
 Photometrierung der Röntgenstrahlen. S. 13.  
 Photometrische Ausmessung, Die — einer photographischen Meteorspur. S. 234.  
 Phototropischer Reiz, Einige interessante Versuche über die Leitung des —. S. 235.  
 Pigmentzellen, Die Bewegung der — beim Frosch. S. 298.  
 Planet, Ein neuer kleiner —. S. 150.  
 Planeten, Anzahl der kleinen —. S. 28.  
 — transneptunische, Die Frage nach etwaigen —. S. 87.  
 Planetenbewegungen, Zur Erklärung einiger Unregelmäßigkeiten in den —. S. 421.  
 Planetoid, neuer. S. 150.  
 Planetoiden und Kometen, Neuentdeckungen von —. S. 496.  
 Plejaden, Über die Bewegung der —. S. 150.  
 Plejadensterne, Über die relativen Bewegungen der —. S. 234.  
 Potentialgefälle, Starke lokale Störungen des atmosphärischen —. S. 635.  
 Préhistoriques, L'usure des dents chez les —. S. 315.  
 Projektionsapparat im botanischen und pflanzenphysiologischen Unterricht. S. 138.  
 Pseudostalaktiten. S. 423.  
 Psychologie und Psychopathologie des Genies. S. 519.  
**Quarzröhren** für Gase durchlässig. S. 622.  
 Quecksilber als Katalysator. S. 691.  
**Radioelemente**, Fällung und Adsorption der —. S. 174.  
 Radium, Die Geschwindigkeit der  $\alpha$ -Strahlen des —. S. 544.  
 — Konstanten des —. S. 270.

- Radium, Direkter experimenteller Nachweis der Bildung von — aus Uran. S. 543.
- Radiumemanation, Kondensationstemperatur von Thoremanation und —. S. 358.
- Kenntnis des Gehaltes der Luft an —. S. 635.
- Rauchverhütungsvorrichtung, Die — Bauart Staby. S. 672.
- Reibungselektrizität an Isolatoren und Metallen. S. 271.
- Reizleitung, Die — bei den Mimosen. S. 151.
- Restionisation. S. 544.
- Röntgenröhre, Die — nach Dr. J. Lilienfeld. S. 357.
- Röntgenstrahlen, Interferenz der — und Kristallstruktur. S. 435.
- Photometrierung der —. S. 13.
- Magnetisierung des Eisens auf seine Undurchlässigkeit für —. S. 64.
- Röntgenstrahlenenergie, Das Verhältnis der — zur Kathodenstrahlenenergie in einer Coolidgeöhre. S. 544.
- Röntgenstrahlenspektrum, Das — von Silber, Palladium und Rhodium. S. 544.
- Röntgenstrahlung, sehr weiche —. S. 270.
- Rückstoßatom im magnetischen Felde. S. 544.
- Saatschutzmittel.** S. 236.
- Salzgehalt, Zur Bestimmung des — von Seewasser. S. 315.
- Samenpflanzen, Alkoholoxydation durch die —. S. 506.
- Samojeden, Messungen an den — Ostjaken und Wogulen Nordwest-Sibiriens. S. 371.
- Schallreflexion beim Donner. S. 52.
- Scheinwerfer, Über die Prüfung von Hohlspiegeln für —. S. 674.
- Schlagwetterprüfer, Ein neuer —. S. 314.
- Schlangen, Mimicry bei —. S. 344.
- Schmelzpunkt des Wolframs. S. 621.
- Schmelzversuche, Interessante — an einem neuen Panzerstahl. S. 64.
- Schwefel in Eiweißkörpern. S. 691.
- Schwefeldioxyd, Über die Bestimmung sehr kleiner Mengen — in der Luft. S. 624.
- Schwefelverbindungen, Die Umwandlungen der — im Ackerboden. S. 505.
- Neue Forschungen auf dem Gebiete der natürlichen —. S. 692.
- Schwerkraft, Einwirkung der — auf das Licht. S. 421.
- Schwingungserzeuger, Der Wehneltunterbrecher als —. S. 52.
- Seewasser, Zur Bestimmung des Salzgehaltes von —. S. 313.
- Selbstverdauung, Das Problem vom Schutze gegen die —. S. 553.
- Silber, Die Vielfarbigkeit des fein verteilten metallischen —. S. 423.
- Sojabohne für die Zwecke der Volksernährung. S. 345.
- Sonne, Theorie der anomalen Dispersion auf der —. S. 358.
- Sonnenfinsternis, totale, Zur Beobachtung der — vom 21. August 1914. S. 28.
- Sonnenlicht, Über das von der Erde reflektierte —. S. 87.
- Sonnenspektrum, Neue Untersuchungen über die Energieverteilung im —. S. 87.
- Sonnenwärme, Die Ausnutzung der —. S. 150.
- Spektrallinien, Die Wellenlänge der — metallischer Elemente hängt von den Versuchsbedingungen ab. S. 358.
- Spektrum, Das — des Wasserstoffs und des Heliums. S. 331.
- Spritzgurke, Das Ausschleudern der Samen bei der —. S. 235.
- Stahl, Verfahren zur Oberflächenhärtung von —. S. 64.
- Panzer-, Interessante Schmelzversuche an einem neuen —. S. 64.
- Starkeffekt. S. 621.
- Stereophotogrammetrie, Die — im Dienste der Landesaufnahme. S. 234.
- Stern, Ein — mit stärkerer Eigenbewegung. S. 28.
- Stickstoff, Über die elektrische Aktivierung des —. S. 646.
- chemisch reiner, Verfahren zur Herstellung von —. S. 623.
- gepreßter, Verwendung von —. S. 674.
- Stickstoffdünger, Über die Wirkung von —. S. 329.
- Stickstoffumsetzungen im Hochmoorboden. S. 298.
- Strahlenbrechung, Über Störungen der — im Innern der Beobachtungsräume. S. 496.
- Stürme, Tropische Wirbel- — und niedriger Luftdruck. S. 63.
- Südpolexpedition, Die australische —. S. 38.
- Süßwassertiere, Versuche mit niederen Land- und — bei ziemlich starker Kälte. S. 703.
- Teerdestillation,** Ein neues Verfahren zur —. S. 623.
- Telegraphie, drahtlose, Gleichzeitiges Senden und Empfangen in der —. S. 12.
- gerichtete drahtlose, Anordnung für —. S. 15.
- Temperatur, konstante, Zimmer mit —. S. 138.
- Thermometer, Widerstands-, Material für sehr empfindliche —. S. 622.
- Thor-D-Chlorid. S. 271.
- Thor- und Radium-Emanation, Kondensations-Temperatur von —. S. 358.
- Thoriumreihe, Zur Frage des Endproduktes der —. S. 272.
- Tierkreislicht, Über die Wahrnehmung des — in hohen Breiten der Erde. S. 329.
- Torfstreu, Verwendung von — zur besseren Erhaltung des Jauchestickstoffes. S. 330.
- Touraine, Funde der Bronzezeit in der —. S. 554.
- Triplettsreihe (Neben-), Abweichung der Linien der ersten — des Bariums. S. 359.
- Überstreckbarkeit** des Unterarms im Ellenbogengelenk. S. 519.
- Ultraleitfähigkeit. S. 620.
- Ultraviolett, Lichtquellen zur Untersuchung der Absorptionsspektren im —. S. 634.
- Ultraviolette Strahlung, Die kürzeste —. S. 621.
- Uran, Direkter experimenteller Nachweis der Bildung von Radium aus —. S. 543.
- Urinod, das riechende Prinzip des Harns. S. 330.
- Veränderliche** Sterne, Von 2523 —. S. 174.
- Verbrennung, Über den Einfluß des Druckes auf die — explosiver Gas-Luft-Mischungen. S. 87.
- Verdauung, Selbst-, Das Problem vom Schutze gegen die —. S. 553.
- Verwandschaftliche Beziehungen, Aufdeckung — bei den Pflanzen. S. 554.
- Vicin. S. 423.
- Vielfarbigkeit, Die — des fein verteilten metallischen Silbers. S. 423.
- Volumenänderung von Amalgamen. S. 14.
- Wachsbedeckte** Pflanzenteile, Ausgleiten der Insektenbeine an —. S. 39.
- Wärmeäquivalent, Neue Bestimmung des mechanischen —. S. 15.

Wasserlösung, Eine hochvisköse lichtempfindliche — zweier starker Säuren. S. 272.  
 Wasserstoff, Der Durchgang von  $\alpha$ -Teilchen durch —. S. 543.  
 — Das Spektrum des — und des Heliums. S. 331.  
 Wasserversorgung, Die — von Antwerpen während der Belagerung. S. 470.  
 Wehneltunterbrecher, Der — als Schwingungserzeuger. S. 52.  
 Wein, Der Säuregrad des — ist identisch mit seinem Gehalt an Wasserstoffionen. S. 692.  
 Weinrebe, Über die Veredlung der —. S. 200.  
 Wellenlänge, Die — der Spektrallinien metallischer Elemente hängt von den Versuchsbedingungen ab. S. 358.

Wetterlampenbenzin, Versuche mit Ersatzstoffen für —. S. 506.  
 Widerstand, elektrischer, Über das Verhalten des — von Metallen bei tiefen Temperaturen. S. 15.  
 Widerstandsänderung im Magnetfelde, Zusammenhang zwischen Magnetostriktion und —. S. 636.  
 Widerstandsthermometer, Material für sehr empfindliche —. S. 622.  
 Wirbelstürme, Tropische — und niedriger Luftdruck. S. 63.  
 Wogulen, Messungen an den Samojeden, Ostjaken und — Nord-Sibiriens. S. 371.  
 Wolfram, Schmelzpunkt des —. S. 621.  
 Zerstäubung des Aluminiums. S. 271.  
 Zinkdampf, Absorptionsspektrum des —. S. 270.  
 Zwischenionen (Atmosphärische Elektrizität). S. 359.

### Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Annalen der Physik. S. 163, 223, 259, 347, 436, 472, 484, 555, 649, 708.  
 Archiv für Elektrotechnik. S. 16, 88, 112, 650.  
 Beihefte zum Botanischen Zentralblatt. S. 299.  
 Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. S. 300, 372, 398, 508, 651.  
 Flora. S. 315, 680.  
 Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik. S. 212, 484, 652.  
 Geologische Rundschau. S. 39.  
 Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 16, 40, 112, 163, 176, 212, 224, 260, 299, 332, 398, 471, 472, 483, 520, 706.

Biochemische Zeitschrift. S. 532, 556, 678.  
 Zeitschrift für Botanik. S. 300, 372, 680.  
 Zeitschrift für Elektrochemie. S. 164, 211, 315, 507, 705.  
 Geographische Zeitschrift. S. 111, 212, 332, 360, 508, 520, 652, 708.  
 Zeitschrift für Instrumentenkunde. S. 76, 164, 212, 315, 332.  
 Meteorologische Zeitschrift. S. 88, 224, 260, 331, 424, 484, 555, 652.  
 Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. S. 112, 300, 359, 556.  
 Physikalische Zeitschrift. S. 16, 40, 76, 164, 298, 360, 398, 472, 507, 649, 706.

### Akademie-Sitzungsberichte.

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. S. 677.  
 der Königlich Bayrischen Akademie der Wissenschaften. S. 677.  
 der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. S. 436, 508, 624, 636, 677.



# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY  
RECEIVED  
MAR 1 1915

U.S. Department of Agriculture

Heft 1.

1. Januar 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Naturwissenschaften im Kriege. I. Militärgeologie. II. Über die Brennstoffvorräte unserer Feinde. Von *Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau*. S. 1.

Chimären und Pfropfmischlinge. Von *Privatdozent Dr. Johannes Buder, Leipzig*. S. 6.

Besprechungen. S. 9.

Physikalische Mitteilungen. S. 12.

Zeitschriftenübersicht. S. 16.

Verlag von Julius Springer in Berlin

## Chemiker-Kalender 1915

Herausgegeben von

**Dr. Rudolf Biedermann**

XXXVI. Jahrgang

**In zwei Bänden**

In Leinwand gebunden Preis zusammen M. 4.40

In Leder gebunden Preis zusammen M. 5.40

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

# Lehrbuch der Infektionskrankheiten

Für Aerzte und Studierende

Von

**Professor Dr. G. Jochmann**

Privatdozent an der Universität Berlin, dirig.  
Arzt der Infektions - Abteilung des Rudolf  
Virchow - Krankenhauses, Mitglied des Königl.  
Institutes für Infektionskrankheiten „Robert Koch“

Mit 448 zum großen Teil farbigen Abbildungen

Preis M. 30.—; in Halbleder gebunden M. 33.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

1. Januar 1915.

Heft 1.

## Die Naturwissenschaften im Kriege.

Von Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau.

### I.

#### Militärgeologie.

Schon vor hundert Jahren hat einmal die Geologie in der Strategie eine gewisse — allerdings mehr berüchtigte als anerkannte — Rolle gespielt. Das war die Zeit, als man die Besetzung von bestimmten Hochflächen, wie des Plateaus von Langres, als notwendige Voraussetzung für die Beherrschung ganzer Länder erklärte. Der Gegensatz zwischen der Schlesischen Armee, die die feindlichen Heere vernichten wollte, und dem Großen Hauptquartier der Verbündeten von 1814 spricht sich in dem Wert aus, den man diesem beinahe sagenhaft gewordenen Plateau zuerkannte.

Ganz anders ist, wie kaum ausgeführt zu werden braucht, die Rolle, die geologische Kenntnisse und die Beurteilung geologischer Verhältnisse in der Gegenwart spielen<sup>1)</sup>:

Der stetig an Bedeutung zunehmende *Stellungskampf* sucht Deckung durch Verschwinden im Gelände und tieferes Hinabgehen in den Erdboden. Spaten und Kreuzhacke sind dem Soldaten gewohnte Kampfmittel, in der Verteidigung wie im Angriff, und ein Blick auf den Boden oder wenige Spatenstiche sollen ihm zeigen können, welche Formen und Stärken der Feldbefestigung sich in der verfügbaren Zeit erzielen lassen.

*Feldbefestigung.* Der Geologe wird vielfach nach der geologischen Karte vorhersagen, welche technischen Aussichten sich für Befestigungsarbeiten bieten. Es ist z. B. ein gewaltiger Unterschied, ob eine Stellung im harten Korallenkalk der höchsten Kuppen oder im weichen Gravelotte-Mergel der flachen Anhöhen westlich Metz angelegt wird. Schon oberflächlich verraten sich solche militärisch wichtigen Eigenschaften des Erdbodens häufig: Die harten Kalksteine des Weißen Jura auf der Schwäbischen Alb, des oberen Muschelkalks an den Rändern von Schwarzwald und Vogesen, des mittleren Doggers in Lothringen bilden meist öde, unfruchtbare Flächen, deren felsiger Untergrund bald offen zutage tritt, bald durch herumliegende oder zu Haufen und Wällen zusammengetragene Steine leicht kenntlich wird. Der Spaten bleibt hier fast wirkungslos, und selbst leichtere Kreuzhacken versagen gewöhnlich. Da-

gegen verwittern diluviale Ablagerungen, die Mergel und Tone der deutschen Trias und des Jura an ihrer Oberfläche gewöhnlich zu einer dicken Schicht, in die der Spaten mit Leichtigkeit eindringt. Die Truppenführung wird daher in Voraussicht bestimmter Operationsgebiete für vermehrte Mitführung oder Bereitstellung des entsprechenden Schanzzeuges usw. sorgen: entweder mehr Spaten oder leichtere bzw. schwerere Kreuzhacken, Sandsäcke und dergleichen. Es ist damit zu rechnen, daß zur Herstellung einer *Deckung in felsigem Boden fünf- bis zehnmal soviel Zeit* erforderlich ist, wie in weichem Untergrund.

Etwas umfassendere Kenntnis erheischt schon die Suche nach taktisch und *gleichzeitig* geologisch günstigen Bodenverhältnissen. Manche Feldbefestigungen sind ja freilich an ganz bestimmte Stellen gebunden, deren Bodenart dann eben in Kauf genommen werden muß. Aber in der Mehrzahl der Fälle wird man die leichtere Bodenart wählen können, wenn sich zwischen mehreren taktisch möglichen Fällen die Wahl bietet. Dazu sollte der Truppenführer wenigstens die grundlegenden Kenntnisse vom Aufbau der Erdkruste besitzen oder in wichtigen Fällen doch Berater zur Seite haben, die nach dem Augenschein und nach geologischen Karten ohne Zeitverlust melden können, wo die günstigsten Bodenverhältnisse zu erwarten sind. Das gilt nicht nur für die Anlage von Feldbefestigungen in der Verteidigung, sondern auch für den Angriff. Das geschulte Auge wird bisweilen selbst auf felsigem Untergrund Lehmdecken herausfinden, in denen sich Annäherungsgräben leicht und schnell vortreiben lassen; oder es erkennt die Mitführung künstlicher Deckungen durch die Angriffstruppen als notwendig, wenn sich z. B. vor einer befestigten Stellung während einer Nacht im festen Fels keine genügende Deckung herausarbeiten läßt.

Die notwendigsten Grundlagen für solche Kenntnisse bietet die geologische Karte mit ihren Erläuterungen, zu deren Verständnis aber durchweg ein recht erhebliches Maß von Fachkenntnissen erforderlich ist. Sobald daher die Bodenverhältnisse ungewohnter Gebiete *besonderen* Einfluß auf militärische Operationen gewinnen, sollen stets militärisch geschulte Fachgeologen zu Rate gezogen werden.

Auch für den *militärischen Eisenbahnbau* ist geologische Erfahrung für Sprengung von Tunneln, vor allem aber für die Wiederherstellung zerstörter Tunnel und anderer Strecken im Gebirgsland wichtig. Denn die verschiedenen Gesteine verhalten sich den Sprengungen gegenüber durchaus verschieden und auch die Verwend-

<sup>1)</sup> W. Kranz, Major, zugeteilt der Fortifikation Straßburg i. E.: *Militärgeologie*. S.-A. aus Kriegstechnische Zeitschrift 1913, 10. Heft.

barkeit der Gesteine für Dammschüttung und als Ballast für Eisenbahnoberbau ist durchaus verschiedenartig.

**Festungskrieg.** In der Mehrzahl der Fälle will ja die Festung europäischer Kriegsschauplätze nicht mit Aushungern oder Handstreich, sondern durch mühevoll Heranarbeiten bis auf aller-nächste Kampffernungen erobert werden, und es ist klar, daß dabei die Arbeiten auf und unter der Erdoberfläche einen um so größeren Einfluß gewinnen werden, je hartnäckiger der Verteidiger das Vorwärtsdrängen des Angreifers zu verhindern trachtet. In dieser Beziehung haben die letzten Ereignisse im Argonnerwald gezeigt, daß der Angreifer sich in unterirdischen Gängen vorarbeitet, bis er die gegnerische Stellung in die Luft zu sprengen vermag. Die *Angriffsfelder* derartiger Befestigungen müssen der Schauplatz umfangreichster Erd- oder Bergwerksarbeiten werden, und um diese nach Möglichkeit abzukürzen, bedarf es beim Angreifen sorgfältiger Berücksichtigung der Bodenverhältnisse.

Die *Bereitstellung der nötigsten geologischen Karten, Erläuterungen und Literaturauszüge*, etwa in Form einer *Denkschrift mit Anlagen*, bietet eine unschätzbare Grundlage für *fachwissenschaftliche Kriegserkundung vor dem Feind*.

**Ausbildung.** Jährlich nehmen drei oder vier Offiziere der militärtechnischen Akademie an den geologischen Vorlesungen in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg teil. Nach dem Lehrplan für die Studierenden des Bauingenieur-faches wird im Winterhalbjahr eine Stunde wöchentlich auf Mineralien im allgemeinen, auf gesteinsbildende Mineralien und deren Verwitterungsprodukte sowie Rohmaterialien zur Herstellung der in der Technik gebrauchten Metalle verwendet. Im Sommerhalbjahr stehen zwei Stunden wöchentlich für Vorlesungen über allgemeine Geologie zur Verfügung, und zwar u. a. für: Kurzen Abriß der Wasserführung der Gesteins-schichten (Ent- und Bewässerungsanlagen, Erbohrung von Brunnen usw.); Bewegungen in der Erd-rinde (Erdbeben und Erdbeben) mit Berücksichtigung des Eisenbahn- und Tunnelbaues.

Je nach dem Untergrund werden geologische Ratschläge von größerer oder geringerer Bedeutung sein. In dem flandrischen, von Dünen gegen das Meer abgegrenzten Sumpfland hat der Wasserbautechniker das Wort. Ganz anders sind wieder die Sümpfe und Seen Masuriens, die Überreste des letzten Vorstoßes der nordischen Vereisung. Die genaue topographische Kenntnis der Lage der Seen sowie der Ausdehnung und Gangbarkeit der Sümpfe war hier die Grundlage des vernichtenden Angriffes der Hindenburgschen Armee.

Am wichtigsten ist die genaue Kenntnis der eigentlichen Geologie, d. h. der verschiedenen Gesteine und ihrer Eigenschaft auf dem stark wechselnden Untergrund des jetzigen französischen Kriegsschauplatzes. Die Kenntnis der zahlreichen Mergel-, Kalk-, Sandstein- und Sandschichten,

welche auf der geologischen Karte genau verzeichnet sind, wird besonders für den unterirdischen Angriff im Stellungskampfe große Bedeutung gewinnen. Hier ist es, wie auch oben dargelegt wurde, angesichts des notwendigen Verständnisses der geologischen Verhältnisse, der geologischen Karten und ihrer Erläuterungen durchaus angezeigt, den Armeeoberkommandanten, hie und da vielleicht auch den Stäben der Armeekorps, *beratende Geologen*, d. h. geologische Fachmänner beizugeben, deren Stellung etwa eine analoge sein müßte wie die der *beratenden Hygieniker* der Armee- oder Korpskommandos. Da die beratenden Hygieniker schon jetzt die Hilfe von Fachgeologen — so z. B. bei der 8. Armee in Ostpreußen — in Anspruch zu nehmen pflegen, würde durch diese Einrichtung kaum etwas Neues geschaffen, sondern nur die Verwendbarkeit der Geologen erhöht.

## II.

### *Über die Brennstoffvorräte unserer Feinde.*

Wenn der alte *Montecucoli* sein bekanntes Wort über die Kosten des Krieges einer Ergänzung mit Rücksicht auf die moderne Kriegführung unterziehen wollte, so würde er wahrscheinlich sagen, daß zum Kriegführen erstens Geld und zweitens Kohlen gehören.

Für die moderne Schifffahrt bedarf diese Anschauung keiner besonderen Begründung. Aber auch für die Leitung der Heere, deren Aufmarsch, Verschiebung und Nachschub auf den Schultern der Eisenbahn ruht, ist die rechtzeitige und reichliche Kohlenversorgung eine der wichtigsten Aufgaben. Auch unsere Militärverwaltung erkennt die Berechtigung dieser Anschauung durch die Rücksicht an, die sie bei der Aushebung auf die Fortsetzung des Betriebes der Kohlenbergwerke nimmt. So erscheint eine kurze Übersicht der Vorgänge nicht unwichtig, welche während der ersten vier Kriegsmonate die Kohlenversorgung unserer Bundesgenossen und unserer Gegner beeinflussen haben.

Die Förderungszahlen der kriegführenden Länder ergeben für das Jahr 1913 folgendes Bild:

	in 1000 t Steinkohle	in 1000 t Braunkohle	zu- sammen
England . . . . .	292 044	—	292 044
Deutschland . . . .	191 511	86 475	278 627
Österreich-Ungarn .	17 762	35 663	53 425
Frankreich . . . . .	40 129	793	40 922
Belgien . . . . .	22 846	—	22 846
Rußland . . . . .	?	?	30 745
Türkei . . . . .	?	?	rd. 1 000

England steht demnach mit einer Jahresproduktion von 292 044 000 t noch immer an der Spitze der europäischen Kohlenländer. Allerdings wird angesichts der viel schnelleren verhältnismäßigen Steigerung der deutschen Kohlenförderung diese in wenigen Jahren die englische übertreffen. Über die deutsche und die englische

Steinkohlenförderung geht allerdings die der Vereinigten Staaten mit 517 142 000 t erheblich hinaus.

Deutschlands und Österreichs Kohlenförderung ist durch den Krieg in räumlicher Hinsicht nicht berührt worden und die Besetzung der galizischen Erdöldistrikte dürfte nach den nur noch entscheidenden Dezembersiegen vorübergehend sein. Die deutsche Kohlenförderung, die ja auch für die bisher aus England versorgten Seehäfen aufkommen muß, hat geringe Einbuße erlitten. Die Steinkohlenförderung, die im ersten Kriegsmonat um 49 % hinter dem betreffenden Monat des Vorjahres zurückgeblieben war, ist im September nur um 37 % geringer ausgefallen. Bei der Braunkohle beträgt der Produktionsrückgang 40 % im August und nur noch etwa 20 % im September. Auch die weiteren Aussichten sind günstig.

Für Frankreich hat sich die Entwicklung der ersten Kriegsmonate *sehr ungünstig* gestaltet, denn zwei Drittel der französischen Kohlenförderung stammen jetzt<sup>1)</sup> aus den beiden nördlichen, von uns ganz oder zum Teil besetzten Departements (du Nord und Pas de Calais), während die südlichen Kohlenbecken kaum ein Drittel produzieren.

Abgesehen von diesen im Norden produzierten zwei Dritteln war Frankreich stets auf die jetzt abgeschnittene Kohlenzufuhr aus Belgien, dem Saar- und Niederrheinischen Revier angewiesen. Man kann also sagen, daß drei Viertel, vielleicht sogar noch mehr — bis vier Fünftel —, der normalen Bezugsquellen fehlen; ein Ersatz wird jedoch immer schwieriger, je weiter unsere Besetzung der Kanalküsten vordringt und je mehr unsere Unterseeboote die englische Kohlenausfuhr behindern. Schon im Frieden, d. h. bei voller Förderung der nördlichen Departements, verbraucht Frankreich fast 50 % Kohle mehr als es erzeugt. Die Kohlennot in Paris beleuchtet eine von W. T. B. wiedergegebene Nachricht des Temps vom 10. Dezember: Danach betrug die *Pariser Kohleneinfuhr* in der zweiten Novemberhälfte 80 000 Tonnen anstatt der notwendigen 300 000. Insgesamt sind von England im August nur 562 000 Tonnen gegen 946 000 Tonnen im Vorjahre, im September 570 000 Tonnen gegen 1 040 000 Tonnen eingeführt worden. Erst im Oktober konnte die Kohleneinfuhr aus England

etwa auf die Höhe der vorjährigen von etwa 1 Million Tonnen gebracht werden. Daß diese Einfuhr bei einem monatlichen Kohlenverbrauch des Landes von etwa 7 Millionen Tonnen und bei dem Versiegen fast aller übrigen in- und ausländischen Bezugsquellen Frankreich vor einer außerordentlich schweren Kohlennot nicht schützen kann, ist einleuchtend. Infolge des Steigens der Seefrachten stieg der Preis englischer Kohlen um 11,25 Franken für die Tonne.

Je weiter der Winter vorschreitet, um so größer wird der Kohlenbedarf; aber immerhin kann man annehmen, daß eine sehr starke Behinderung und sehr beträchtliche Verteuerung, aber nicht eine vollkommene Unterbindung der Kohlenzufuhr für die Industrierversorgung, für Eisenbahn und Dampfschiffahrt in Frankreich eintreten wird.

Am günstigsten steht *England* in bezug auf Gewinnung und Verschiffung seiner Kohlenschätze da, solange die Invasion nur von den Zeitungen besprochen wird, und die Verschiffung aus den Westhäfen wenig behindert ist. Immerhin macht sich eine sehr erhebliche Schwierigkeit geltend: die Beschaffung des Grubenholzes, d. h. der zur Verzimierung der im Abbau begriffenen Strecken nötigen Hölzer, die in genau bestimmter Länge und Stärke erforderlich sind. Da England eine geregelte Forstwirtschaft nicht kennt, werden diese Hölzer aus dem Ausland, vor allem aus Schweden eingeführt. Glücklicherweise hat sich unsere Flottenverwaltung nicht davon abbringen lassen, Holz als Kriegskonterbande zu behandeln und England hat daher versucht, das notwendige Holz teils in seinen — ungepflegten — Waldungen zu gewinnen, teils aus Canada einzuführen, teils auch die Hölzer durch gefüllte Eisenröhren zu ersetzen. All diese Notbehelfe bedingen günstigstenfalls eine sehr bedeutende Verteuerung der Kohle. England führt bekanntlich einen großen Teil seiner Kohlen aus; schon in den ersten drei Kriegsmonaten blieb die englische Ausfuhr um 8 Millionen Tonnen oder um fast 50 % hinter der Ziffer der beiden Vorjahre zurück. Da der Krieg für England in erster Linie ein Handelsgeschäft ist, wirkt jedes derartige Moment zu unseren Gunsten.

Viel ungünstiger liegen dagegen die Verhältnisse in *Rußland*. Die Kohlenvorräte Rußlands stehen in keinem Verhältnis zu der Ausdehnung, die das Reich in Europa und Asien besitzt. In der Gesamtförderung an Kohle nimmt Rußland die 7. Stelle ein und wird z. B. von Österreich-Ungarn noch um fast das Doppelte übertroffen:

#### *Rußlands Kohlenförderung in 1000 t.*

1895 . . . . .	9 098	1903 . . . . .	17 868
1896 . . . . .	9 378	1904 . . . . .	19 609
1897 . . . . .	11 203	1905 . . . . .	18 669
1898 . . . . .	12 307	1906 . . . . .	21 727
1899 . . . . .	13 975	1907 . . . . .	24 883
1900 . . . . .	16 156	1908 . . . . .	24 700
1901 . . . . .	16 527	1909 . . . . .	24 458
1902 . . . . .	16 466	1913 . . . . .	30 745

#### *1) Frankreichs Kohlen-Förderung in 1000 t.*

Jahr	Pas de Calais	Nord	übrige Bezirke	insgesamt
1885	6 127	3 583	9 359	19 069
1895	11 110	5 010	11 463	27 583
1901	14 354	5 336	11 944	31 634
1903	16 192	5 889	12 137	34 218
1906	15 390	5 759	12 309	33 458
1908	18 023	6 370	12 481	36 874

Die Gesamtziffer ist nur um wenig höher als die Belgiens, dabei ist die Kohle höchst ungleich verteilt. Etwa 95 % werden allein von der Kohlenproduktion des Donez- und Dombrowa-Beckens in Rußland bestritten. Die Förderung im Dombrowa-Becken betrug fast 6 Millionen Tonnen und diese Summe — also immerhin  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  der Gesamtförderung — fehlt seit dem ersten Beginn des Krieges.

Daß die übrig bleibenden rund 18—24 Millionen Tonnen nicht ausreichen werden, ergibt sich besonders daraus, daß die englische Kohlenzufuhr nach dem Ostseebecken seit Beginn des Krieges und die nach dem Schwarzen Meer seit der Sperrung der Dardanellen gänzlich unterbrochen ist. Die Dardanellensperre ist für beide Ententegenossen höchst störend, da die zahlreichen nach dem Schwarzen Meer gehenden englischen Kohlenschiffe als Rückfracht russisches oder rumänisches Getreide mitzunehmen pflegten.

Nun deckt allerdings Rußland seinen Bedarf an Brennstoffen für den Transport zu Wasser und zu Lande größtenteils durch das bei Baku gewonnene Erdöl. Aber auch diese Quellen sind zum Versiegen verurteilt, selbst wenn die türkische Offensive noch nicht bis Baku vorrücken sollte; denn der Transport des kaukasischen Erdöls erfolgt im wesentlichen nicht durch Tankwagen, sondern durch eine der Eisenbahnlinie Baku—Batum folgende Röhrenleitung. Ein Durchschneiden dieser weit ausgedehnten Röhrenleitung ist aber für leichte Truppen oder kaukasische Aufständische eine Kleinigkeit, und Batum selbst ist durch die türkische Einschließung schwer bedroht. Wenn auch ein Teil der nordeuropäischen Eisenbahnen noch durch Holz geheizt wird, so ist doch diese Form der Kraftbeschaffung immer mehr zurückgegangen und kann angesichts der Unverwendbarkeit frisch gefällten Holzes nicht beliebig gesteigert werden. Jedenfalls ist der Ausfall, der sich aus dem Fehlen der englischen Kohlen in dem Baltischen und Schwarzen Meer, dem Verlust des Dombrowa-Beckens und der Unterbindung der Erdölaufuhr ergibt, in keiner Weise zu ersetzen.

Da der Hafen von Archangelsk schon zugefroren ist, gehört wenig Prophetengabe dazu, um für den beginnenden Winter den russischen Eisenbahnen eine Katastrophe in bezug auf ihre Brennstoffversorgung vorauszusagen.

Auch die Zeitungsstimmen, welche immer wieder zahllose Japaner auf der Sibirischen Bahn anrücken lassen, dürften angesichts dieses Fehlens der Brennstoffe verstummen.

Zum Schluß sei noch an eine merkwürdige Episode erinnert, welche ebenfalls mit der Brennstoffversorgung zusammenhängt und gleichzeitig von der Kopflosigkeit der Leitung der russischen Flotte Zeugnis ablegt.

Nach einer vor kurzem verbreiteten Meldung haben die Russen Songuldak und Koslu — zwei etwa eine halbe Tagesfahrt vom Bosphorus ent-

fernte pontische Hafenstädte — bombardiert. Mit einem Angriff auf den Bosphorus hat dieser Versuch nichts zu tun. Er stellt vielmehr eine Unternehmung dar, welche die einheimische Kohlenversorgung der türkischen Flotte stören sollte; denn wenige Kilometer von den genannten Orten liegen die einzigen Steinkohlengruben, welche die Türkei besitzt. Nach den übereinstimmenden Meldungen haben nun die Russen auf der offenen Reede von Koslu ein kleines griechisches Kohlenschiff versenkt, bei Songuldak aber das französische Konsulat, die Wohnhäuser der Bergbeamten, endlich die griechische Kirche und Schule bombardiert. Damit haben sie zweifellos das Ungeeignetste, beinah Unsinnigste getan, was unter den gegebenen Umständen möglich war. Das Versenken eines Dampfers hätte an einem engen Hafeneingang den Zweck haben können, das Einlaufen der Schiffe zu stören oder unmöglich zu machen; aber der Kohlendampfer wurde gerade auf der offenen Reede von Koslu versenkt und gehörte außerdem den Griechen, d. h. den Angehörigen eines Volkes, auf dessen Hilfe Engländer und Franzosen hoffen. In Songuldak haben dagegen die Russen, die seit einem Friedensschlusse des 18. Jahrhunderts die Schutzherrschaft der orientalischen Christen in Anspruch nehmen, die Schulen und Kirchengebäude ihrer Schutzbefohlenen zerstört, und damit nicht genug, auch noch ihre intimen Freunde geschädigt: die Kohlenförderung in Songuldak liegt oder lag in Händen einer französischen Aktiengesellschaft, und gerade das Privateigentum ihres Bundesgenossen haben die russischen Schiffe zusammengeschossen, während es ihnen nicht gelang, die etwas versteckter liegenden Gebäude der türkischen Bergbehörde aufzufinden. Die russische Flotte hat also einen wahren Schildbürgerstreich ausgeführt in Erläuterung des alten Sprichwortes: Quem deus vult perdere, eum prius dementat.

*Belgien* ist in seiner gegenwärtigen Steinkohlenförderung ein ungemein reiches Land; es übertrifft in seiner Produktion Österreich-Ungarn (das nur durch die Braunkohlen eine höhere Ziffer erreicht) und steht hinter dem gewaltigen russischen Reich nicht allzu sehr zurück. Auch die Förderung Frankreichs ist nur um ein Drittel größer als die belgische. Dieser ganze Kohlenreichtum entstammt dem mittleren Maasgebiet, d. h. den Provinzen Hennegau, Namur und Lüttich, bildet also die unmittelbare Fortsetzung der Aachener Kohlen.

Über die Vorräte berichtet das lediglich auf offiziellen Angaben beruhende internationale Kohlenwerk<sup>1)</sup> 1913 (S. 816):

„Den wichtigsten Kohlenvorrat der Zukunft umschließt in *Belgien* ohne Zweifel die noch gänzlich unabgebaute *Campine* (in der Provinz Bel-

<sup>1)</sup> The coal resources of the world. Zusammenge stellt aus Anlaß des 12. internationalen Geologenkongresses Toronto 1913. Daraus: A. Renier, Les ressources houillères de la Belgique. S. 801 bis 819. Mit Karte.

gisch-Limburg). Die Verleihungen umfassen dort bereits 315 Quadratkilometer und die erschlossenen, aber noch nicht verliehenen Kohlenfelder (réserves) 195 Quadratkilometer, zusammen also noch mehr als 500 Quadratkilometer. Außerdem gibt es in der unmittelbar anstoßenden Provinz Antwerpen einige noch nicht verliehene Kohlenvorkommen, die ebenfalls erheblichen Wert besitzen.“ Antwerpen, der frühere Brückenkopf Englands, hat als Handelshafen mit den Verhältnissen des Inselreiches auch insofern Ähnlichkeit, als die Steinkohlenlager bis in geringe Nähe an das Hafengebiet heranreichen. Allerdings sind es Steinkohlen der Zukunft, sie sind erbohrt und auch schon durch Schächte unterirdisch erreicht, aber noch nicht in Abbau genommen. Um so größer ist ihre Bedeutung für eine schon recht nahe Zukunft.

„Nach den gründlichen, schon 1903 von *Denoël* ausgeführten Berechnungen gelangt man zu folgenden Vorratsmengen:

Die Provinz Belgisch-Limburg, die unmittelbar an die Provinz Antwerpen grenzt, enthält 7 Milliarden Tonnen Steinkohle. Von ihnen sind:

- a) 3,6 Milliarden Fettkohlen mit einem Gehalt von mehr als 30 % flüchtiger Bestandteile;
- b) 2,9 Milliarden enthalten 18 bis 30 % Gas und
- c) eine halbe Milliarde ist als halbfett (demi-gras) zu bezeichnen.

Die Provinz Antwerpen enthält eine Milliarde Tonnen Kohle der zweiten und dritten Gruppe (b, c). Hier wie dort sind nur die Kohlenflöze bis zu 40 cm Mächtigkeit in Rechnung gestellt, die geringeren außer Betracht gelassen. Insgesamt enthalten somit die Provinzen Belgisch-Limburg und Antwerpen bis zu einer Tiefe von 150 m 8 Milliarden Tonnen Steinkohle, von denen mehr als die Hälfte in einer Tiefe bis zu 1000 m abwärts lagert. Da sich jedoch die größte Tiefe, bis zu welcher der belgische Kohlenbergbau hinabgestiegen ist, jetzt schon auf 1160 m beläuft, kommt für die wirkliche Zukunftsberechnung die Summe von 8 Milliarden Tonnen in Betracht.

Im Vergleich zu den erwähnten 8 Milliarden ist der Gesamtvorrat des jetzigen Industriebezirks im Hennegau, an der Maas und der Sambre nicht allzu bedeutend. Die Kohlenstatistik des belgischen Staates schätzt die in dem gegenwärtigen Industriebezirk zur Verfügung stehenden Kohlenmengen auf 3 Milliarden Tonnen. Die wichtigsten, noch unverritzten Zukunftsréserven befinden sich hier im westlichen Hennegau; es handelt sich um die südliche Region nahe der französischen Grenze, ferner um das Mittelstück der nördlichen Zone sowie endlich um den Südwesten des Zentrums.“

Die belgische Kohlenförderung hat nun seit 1900 durchschnittlich 23 Millionen Tonnen, im Jahre 1913 sogar um ein geringes weniger betragen; bei Annahme einer geringen Steigerung würde also das alte Revier Hennegau-Maas noch

für 120 Jahre, der Norden des Landes zwischen Antwerpen und Maastricht aber für mehr als drei weitere Jahrhunderte Steinkohle enthalten.

Dieser Vorrat im nördlichen Belgien ist an sich sehr bedeutend und wird durch die Nachbarschaft des größten Seehafens des europäischen Festlandes noch viel wertvoller. Und dieser gewaltige Kohlenvorrat ist durch die Eroberung Antwerpens in deutsche Verfügung gekommen!

Wenn auch — wie gesagt — eine Förderung noch nicht stattfindet, so sind doch die Eigentumsverhältnisse dadurch einfacher und übersichtlicher, daß sich der belgische Staat von vornherein eine sehr erhebliche (rund ein Drittel betragende) Gewinnbeteiligung an den von seinen Staatsgeologen ermittelten unterirdischen Schätzen vorbehalten hat: der glückliche Erbe ist der Eroberer, und an baren Aufwendungen sind bisher von verschiedenen Seiten nur die Kosten der Bohrungen und des Beginns der im Abteufen begriffenen Schächte gemacht worden. Wenn also einerseits eine Berücksichtigung dieser zivilrechtlichen Ansprüche ohne Schwierigkeit möglich ist, so erscheint andererseits das Vorhandensein eines viele Dutzende von Milliarden umfassenden Wertobjektes im ungefährdeten Bereiche von Antwerpen für die Kosten der Fortführung des Krieges und der späteren Heilung der Kriegsschäden wichtig.

Der preußische Staat und das Deutsche Reich haben bisher mehrfach unbewußt bei wichtigen Friedensschlüssen bedeutende Gewinne an unterirdischen Schätzen gemacht: der Bereich des heutigen ober-schlesischen Kohlenreviers, den nach dem ersten schlesischen Kriege keine der friedensschließenden Mächte übernehmen wollte, gelangte nur deshalb an Preußen, weil durch die Besitznahme von Neisse der Zusammenhang mit den österreichischen Erblanden unterbrochen war. Im Frankfurter Frieden kam ferner die Umgebung von Metz mit ihren gewaltigen Reichtümern an Eisenerz nur auf Grund der strategischen Erwägungen Moltkes an Deutschland. Auf die Eisenerze selbst legte niemand Wert, aus dem einfachen Grunde, weil sie nach dem damaligen Stande der Technik nicht verhüttet werden konnten. Erst die wenige Jahre später durch *Thomas* im Laboratorium der Berliner Bergakademie gemachte Entdeckung der Entphosphorung der phosphorreichen Erze, der sog. Minette (das *Thomas-Verfahren*) ermöglichte die Ausnützung der lothringischen und luxemburgischen Eisenerzlager. Der wertvollste Teil dieser Eisenschätze, der französisch-lothringische Distrikt von Briey, ist bereits seit den ersten Tagen des Krieges besetzt und steht unter der Verwaltung deutscher Bergbehörden.

Besser als über die Lothringer Erzlager war man schon 1815 über den Wert des Saarbrücker Kohlenbeckens unterrichtet, das noch ein halbes Jahrhundert später die Begehrlichkeit der Franzosen gereizt hat.



Aber gerade die Erwerbung des zurzeit bekanntlich dem preußischen Bergfiskus gehörigen alten Saarreviers zeigt, wie wichtig die rechtzeitige Berücksichtigung bergrechtlicher Fragen in Kriegszeiten ist:

Die alten Herzöge von Pfalz-Saarbrücken hatten sich — vor der französischen Revolution — die Steinkohlenlager als Staatseigentum vorbehalten. Ihr glücklicher Erbe waren zuerst die französischen Machthaber und nach 1815 der preussische Staat. Die oben besprochenen Steinkohlenreichtümer der Campine in Belgisch-Limburg übertreffen zweifellos die Saarbrücker (mit ihren 12—13 Millionen Tonnen Jahresförderung) ganz erheblich. Mögen unsere Diplomaten beim Friedensschluß auch an diese Schätze denken!

## Chimären und Pfropfmischlinge.

Von Privatdozent Dr. Johannes Buder, Leipzig.

Die künstliche Vereinigung artfremder Gewebeteile, die heteroplastische Transplantation, für die Pflanzen schon seit den ältesten Zeiten gärtnerischer Praxis als Pfropfung und Okulation usw. in Anwendung, erfreut sich im letzten Lustrum eines besonderen Interesses der Biologen. Sie ist durch die Erzeugung von pflanzlichen Pfropfmischlingen auf dem Wege des Experiments und durch die überraschende Erklärung, die deren lange rätselhaftes Wesen gefunden hat, zum aktuellen Thema geworden. Die glänzenden experimentellen Erfolge *Winklers* und die scharfsinnige Deutung *Baurs* sowie die interessante Geschichte der Probleme und ihrer Lösung sind in Lehrbüchern und ausführlicheren Aufsätzen<sup>1)</sup> so oft geschildert worden, daß an dieser Stelle von einer Rekapitulation mancher überall referierter Tatsachen abgesehen werden kann und mehr Wert auf allgemeinere Gesichtspunkte und inzwischen gewonnene Einblicke in die gegenseitigen Beziehungen der beiden Komponenten von Pfropfmischlingen gelegt werden soll. Um diese richtig würdigen zu können, ist aber ein kurzer Blick auf das Verhalten der Partner gewöhnlicher Pfropfungen unerlässlich, da sich herausgestellt hat, daß die sog. „Pfropfbastarde“ nichts anderes als eine spezielle Form der Pfropfsymbiose sind.

Beim günstigen Gelingen einer gewöhnlichen Transplantation heilen die artfremden Teile an die Unterlage an, indem zunächst an beiden Wundflächen Wucherungen entstehen, die sich fest aneinanderschmiegen und zusammenwachsen, wobei ihre Oberflächen sich gegenseitig mannigfach verbiegen, verzerren und verschieben können. Die

Gewebe bilden dann einen gemeinsamen, so einheitlichen Wulst, daß man an Schnitten oft nicht zu entscheiden vermag, wo die Grenze zwischen den artfremden Zellen verläuft. Allmählich erfahren dann die zunächst noch wenig differenzierten Zellen eine Umwandlung und gestalten sich je nach ihrer Lage zu Rindenzellen, Gefäßen, Siebröhren usw. aus, und die verschmolzenen Kambien liefern einen einheitlichen Zuwachs.

Damit ist das Reis organisch in den Haushalt der Unterlage einbezogen und tritt mit ihr in ausgiebige Wechselwirkung. Diese wird besonders sinnfällig, wenn man — wie gewöhnlich — die Unterlage soweit zurückschneidet, daß die Entwicklung der gesamten Laubkrone dem Pfropfreise zufällt. In solchen Systemen stehen die beiden Partner in einem Verhältnis gegenseitiger Unterstützung und ersprißlichen Zusammenwirkens. Das Wurzelsystem des einen liefert den zum Betriebe notwendigen Wasservorrat samt den darin gelösten Nährsalzen und verankert den ganzen Organismus fest im Boden. Die Laubkrone liefert als Gegendienste die in den Blättern hergestellten Assimilate, die nach unten geleitet und von Stamm und Wurzeln zu Atmung und Wachstum verbraucht werden. Für den Stoffwechsel zwischen Wurzel und Krone bestehen also unter den artfremden Komponenten ganz analoge Beziehungen, wie zwischen den Organen eines normalen Baumes. Das Verhältnis der gegenseitigen Abhängigkeit ist aber mit dem Hinweis auf die ernährungsphysiologische Seite noch keineswegs erschöpft. All die mannigfachen korrelativen Beziehungen, die im einheitlichen Individuum die Formbildung beherrschen und in eine dem Gesamtorganismus förderliche Bahn lenken, entfalten auch hier, zwischen den artfremden Teilen, ihre regulatorische Tätigkeit und lassen in jeder einzelnen Zelle von den vielen in ihr schlummernden Potenzen gerade die zur Ausbildung gelangen, die der jeweiligen Lage der Zelle im ganzen Systeme angemessen ist. So verzichten die beiden Partner eines Pfropfsystems auf eine ganz unabhängige Entfaltung ihrer Organe und treten als formativ einheitlicher Organismus zu einer Lebensgemeinschaft zusammen, der man durch die treffende Bezeichnung „Pfropfsymbiose“ gerecht wird.

Es ist verständlich, daß bei so innigem Zusammenleben verschiedener systematischer Einheiten auch gewisse Einflüsse zwischen Reis und Unterlage spielen können, die Abweichungen gegenüber dem typischen Verhalten der Spezies zur Folge haben. Bekannt ist z. B., daß die Birne, auf der Quitte als Unterlage, einen zwergigen Wuchs annimmt. Solche Beispiele ließen sich viele nennen. Immer aber handelt es sich dabei um unwesentliche Änderungen, die zudem stets „reversibel“ sind. Löst man nämlich die Symbiose und pfropft das Reis wieder auf artigen Stamm, so kehrt es zu seinem typischen Verhalten zurück. Auch Sämlinge, die von solchen veränderten

<sup>1)</sup> Hier sei für Leser, die sich genauer zu orientieren wünschen, nur auf den Aufsatz von *Nienburg*, *Gartenflora* Bd. 59, p. 479, und das Sammelreferat von *Buder*, *Zeitschr. f. allg. Phys.* Bd. XI, p. 15, verwiesen. Dort findet sich auch die wichtigste Literatur angegeben.

Pfropfreisern gewonnen werden, repräsentieren wieder den normalen Typus<sup>1)</sup>; das beweist also, daß die Pfropflinge durch die enge Symbiose in ihren *spezifischen Eigenschaften nicht im geringsten beeinflusst werden*. Die Veränderungen sind vielmehr jenen gleichzusetzen, wie sie durch die Verschiedenheit der Vegetationsbedingungen an ungepfropften Pflanzen auch hervorgerufen werden können und seit *Nägeli* als Standortmodifikationen bekannt sind. Alle in der gärtnerischen Literatur behaupteten Änderungen, die über diesen Grad des Einflusses hinaus sich auf die spezifische Struktur erstrecken sollten, haben sich bei näherer Untersuchung als falsche Deutungen herausgestellt<sup>2)</sup>. Dies gilt insbesondere von der zeitweise verbreiteten Vorstellung, es könnte etwa durch die Überwanderung von Stoffen aus der Unterlage das Reis so verändert werden, daß eine morphologische Zwischenform zwischen den beiden Partnern resultierte, also ein Mischling, der etwa einem geschlechtlichen Bastard an die Seite zu stellen sei und deshalb den Namen „Pfropfbastard“ verdiente. Die wenigen Fälle, wo in der Tat eine morphologische Zwischenform zwischen Reis und Unterlage, ein „Mischling“, das Ergebnis einer Pfropfung war, haben vielmehr eine ganz andere und überraschende Erklärung gefunden. Um sie zu verstehen, müssen wir einen kurzen Blick auf die Ausgestaltung und den Wachstumsmodus der pflanzlichen Sproßspitze richten.

Im Gegensatz zu den höheren Tieren, die nach einer bestimmten Entwicklungsperiode „ausgewachsen“ sind und sich dann nur noch darauf beschränken, einzelne Zellen oder Zellkomplexe zu ergänzen, ist der ganze Organisationsplan der Pflanzen auf ein dauerndes Weiterwachsen abgestimmt: zahllose Knospen werden während des Wachstums eines Sprosses angelegt, um früher oder später auszutreiben. In jeder ist embryonales, bildungsfähiges Gewebe vorhanden, das in Perioden aktiver Tätigkeit einer lebhaften Zellteilung unterliegt. Am schönsten kann man Bau und Entwicklung eines solchen Stammscheitels an Pflanzen demonstrieren, die einen sehr langgestreckten<sup>3)</sup> „Vegetationskegel“ besitzen, wie in der Fig. 1. Hier läßt die Anordnung der Zellen eine ganz bestimmte Architektur leicht erkennen. Der Kegel besteht aus einer Zahl von deutlich und scharf abgegrenzten einschichtigen Zellagen, die kappenförmig übereinander greifen und einen zentralen Strang, das *Plerom*, in konzentrischen Schichten umschließen. Die Zellen einer jeden Kappenschicht teilen sich zunächst nur durch Wände, die zur Flächenerstreckung der Schicht senkrecht stehen (antikline und

transversale Wände), so daß sie sich zwar nach unten hin vergrößert, nicht aber mehrschichtig wird. Die alleräußerste Schicht, das *Dermatogen*, behält diese Eigenschaft auch an den älteren, dem Auswachsen zustrebenden Teilen: es liefert nur die alle Organe der Pflanze überziehende Epidermis. Die Schichten zwischen *Dermatogen* und *Plerom*, das *Periblem*, deren Zahl für verschiedene Pflanzen verschieden ist, können aber später durch entsprechende „perikline“ Wände auch in mehrschichtige Zellagen zerlegt werden. Solche Teilungen, sowie nachträgliche Knickungen der Zellwände und Verschiebungen der ganzen Zellen führen dazu, daß im herangewachsenen Sproß und den fertigen Organen der Aufbau aus einzelnen Schichten oft verschleiert ist. Nur eine genaue entwicklungsgeschichtliche Un-

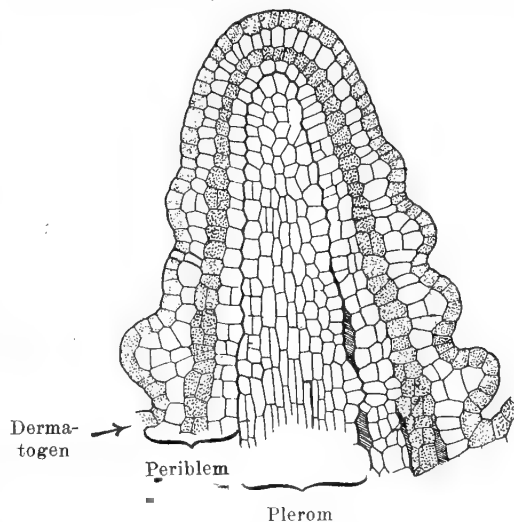


Fig. 1. Sproßspitze von *Hippuris* (unter Benutzung einer Figur von *Herrig*<sup>4)</sup>). Das *Dermatogen* und die mittlere der 3 *Periblemschichten* sind schraffiert, um den Aufbau aus einzelnen kappenförmig übereinandergreifenden Zellagen hervorzuheben.

tersuchung vermag dann zu zeigen, aus welchen der ursprünglichen Schichten sich dies oder jenes Organ, diese oder jene Zelle ableitet.

Die Blätter werden als kleine Höcker am Vegetationskegel angelegt, wachsen aber rasch heran und umschließen ihn als schützende Hülle. Ein Längsschnitt durch eine Blattanlage zeigt, daß außer der ersten nur die zweite und dritte der ursprünglichen Mantelschichten die Bausteine für das Blatt liefern (Fig. 2). In ähnlicher Weise werden nun auch die Blütenblätter sowie die Anlagen für die Seitenzweige ausgegliedert, und zwar die letztgenannten in den Achseln der Laubblätter. Das *Dermatogen* und hier auch meist ein bis zwei darunterliegende *Periblemlagen* bleiben dabei *einschichtig* und werden als solche von einem Gewebezapfen, der aus den folgenden Schichten entsteht, mit vorgewölbt. Der hier sich bildende sekundäre Vegetationskegel wiederholt

<sup>1)</sup> Wenn nicht etwa das Pfropfreis selbst ein aufspaltender Bastard war.

<sup>2)</sup> *H. Winkler*, Untersuchungen über Pfropfbastarde, 1. Teil. Jena 1912.

<sup>3)</sup> Gewöhnlich ist der „Kegel“ viel flacher, eine nur mäßig gewölbte Kuppe, deren Bauprinzip aber das gleiche ist.

<sup>4)</sup> *Herrig*, Beiträge zur Blattentwicklung einiger Pflanzen. Dissert. Berlin 1913.

nun bis in Einzelheiten die Architektonik des primären Kegels, der als solcher bereits im Embryo angelegt wurde.

Während im normalen Verlaufe der Gewebedifferenzierung *alle* Seitensprosse in der geschilderten Weise aus den Achseln der Blätter hervorgehen, können unter besonderen Umständen auch an beliebigen anderen Stellen aus noch wachstumsfähigem Gewebe ganz neue Vegeta-

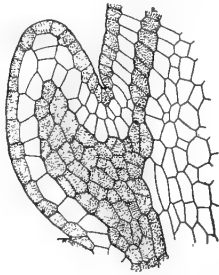


Fig. 2. Anlage eines Blattes von *Galium*. (Unter Benutzung einer Figur von Herrig.) Wie in Fig. 1 ist das Dermatogen und die zweite Periblemschicht schraffiert, um den Anteil der einzelnen Schichten an der Blattbildung zu zeigen.

tionskegel geschaffen werden, „Adventiv-Knospen“. Das geschieht z. B. bei manchen Pflanzen nach Verletzungen. Sie entstehen dann gewöhnlich im Wundgewebe aus einem Komplex von mehreren nebeneinanderliegenden Zellen<sup>1)</sup>. In ihrem Aufbau gleichen die Adventivkegel völlig den normal in den Blattwinkeln entstandenen.

Es kann nun gelegentlich geschehen — und damit kehren wir zu den Erörterungen über die Pfropfsymbiose zurück —, daß gerade genau an der Verwachsungsstelle der ineinandergeschobenen Wundgewebe sich ein Herd für die Entstehung von Adventiv-Knospen bildet. Hier können nun Zellen beider Pfropfsymbionten zu einem gemeinsamen Vegetationskegel zusammentreten, und zwar in verschiedener Weise. Der einfachste Fall ist der, daß eine linke Seite der einen, eine rechte Seite der anderen Komponente angehört, wie es Fig. 3a

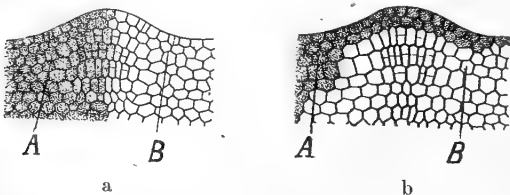


Fig. 3. Schema für die Bildung von adventiven Vegetationskegeln, die an der Verwachsungsstelle zweier Pfropfsymbionten A und B entstehen. a) Beispiel für eine sektoriale Kombination, b) Beispiel für eine periklinale Kombination der artfremden Gewebe A und B. Näheres im Text.

schematisch zeigt. Der aus einem so zusammengesetzten Vegetationskegel entstandene Sproß

<sup>1)</sup> Bei manchen Pflanzen, z. B. Begonien, entstehen sie aus einer einzigen Epidermiszelle.

bietet einen ganz eigentümlichen Anblick dar, da die beiden Längshälften ihr charakteristisches Gepräge in der gleichen Weise wahren, wie die Partner einer gewöhnlichen Pfropfgemeinschaft. Das klassische Beispiel für eine derartige Bildung ist die nebenstehend wiedergegebene Pflanze, die zur rechten Seite aus Nachtschatten, zur linken aus Tomatengewebe bestand. Ihr Schöpfer, *Hans Winkler*, nannte dies Doppelwesen eine „Chimäre“<sup>1)</sup>, in Anknüpfung an das bekannte Fabelwesen. Da die artfremden Gewebe im gemeinsamen Stämmchen sektorial aneinandergrenzen, hat man diesen Typus als Sektorialchimären von einem später zu schildernden abgegrenzt. Das Überraschende und Auffallende dieser Pflanze beruht offenbar darauf, daß die ein harmonisches, einheitliches Wachstum bedingenden Korrelationen zwischen den art-



Fig. 4. (Nach Winkler.) Sektorialchimäre zwischen Tomate (links) und Nachtschatten (rechts). An ihrem Grunde sieht man das Pfropfsystem, aus dem sie entstand. Nachtschatten (punktiert) war mit keilförmiger Schnittfläche auf Tomate gepfropft und das System nach dem Anwachsen an der Verwachsungsstelle dekapitiert worden. An dem Stumpfe entstand aus dem Wundgewebe die Chimäre. Bei a ein Blatt, das genau an der Grenze der beiden Sektoren entsprang und zur einen Hälfte aus Tomaten-, zur andern aus Nachtschattenzellen besteht.

fremden Gewebeteilen trotz der großen morphologischen Verschiedenheit der Komponenten nicht gestört sind. So treten die Blätter in recht regelmäßiger Folge auf. Die Lage ihres Entstehungs-ortes wird, wie auch sonst, durch die Stellung der älteren Blätter bedingt, gleichviel, ob die neue Blattanlage auf die Nachtschatten- oder Tomaten-seite oder gar genau auf die Grenzlinie beider fällt. Die Gestalt und der anatomische Bau der Blätter entspricht ganz den spezifischen Eigenschaften des Partners, aus dessen Zellen sie sich aufbauen. Auf der einen Seite der Chimäre sitzen also typische Nachtschatten-, auf der anderen typische Tomatenblätter; entstand das Blatt gerade an der Grenzlinie, so zieht sich diese auch

<sup>1)</sup> *H. Winkler*, Über Pfropfbastarde und pflanzliche Chimären. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 25, 1907, S. 568.



durch Blattstiel und Spreite hin, was bei der großen morphologischen Verschiedenheit der Partner zu ganz abenteuerlichen Formen führt, die in der Natur noch auffallender sind als in unserer Figur (Fig. 4 a), da sich ihre Hälften auch durch den Farbton und die Konsistenz unterscheiden. Es ist fast überflüssig, zu bemerken, daß auch sie stets nur die Eigenschaft der Komponente zeigen, aus deren Zellen sie entstanden sind. Es ist ferner evident, daß die Seitenzweige nicht mehr Chimären sind, wenn sie nicht gerade ganz genau an der Grenzlinie der beiden Komponenten entspringen, was verhältnismäßig selten eintreten wird. Es weist also immer nur der Hauptspöß die geschilderte Doppelnatur auf und kann dies auch nur solange, als die Wachstumstendenzen der beiden Partner sich im Vegetationskegel genau die Wage halten. Treten kleine Unregelmäßigkeiten in der Teilungsfolge oder -geschwindigkeit ein, so daß der eine Partner auf Kosten des anderen Raum gewinnt, wird dieser nach und nach völlig übergipfelt. Das macht sich äußerlich darin geltend, daß der eine Sektor schmaler und schmaler wird, um schließlich ganz auszuweichen. So wird es verständlich, daß dieser Typus der Chimären verhältnismäßig unbeständig ist.

Bei der Bildung einer Adventiv-Knospe im Verwachsungskallus zweier Pflöpfinge können die artfremden Gewebe aber noch *anders* als sektorial zu einem gemeinsamen Vegetationskegel zusammentreten. Der *unregelmäßige* Verlauf der Grenzlinie an der Verwachsungsstelle, von dem schon eingangs die Rede war, bringt es mit sich, daß stellenweise Gewebe der einen Komponente die andere überdeckt (Fig. 3 b). Entsteht nun gerade hier ein Vegetationskegel, so kann es — dank des eigentümlichen, oben eingehend geschilderten Aufbaues aus einzelnen Schichten — geschehen, daß die äußeren von Zellen der einen Art, die inneren von Zellen der anderen geliefert werden (Fig. 3 b). Es wird dann im fertigen Kegel ein innerer Gewebezapfen mantelartig von artfremdem Gewebe umgeben; die Grenzfläche folgt also den *periklinen* Wänden. Deshalb hat Baur die aus solchen fremdschichtigen Vegetationskegeln hervorgehenden Doppelwesen *Periklinalchimären* genannt<sup>1)</sup>. Alle an einer solchen Knospe entstehenden Blätter, an deren Aufbau sich etwa die drei äußersten Zellagen zu beteiligen pflegen, sind nun ebenfalls aus artfremden Geweben zusammengesetzt, die eine Art steckt in einer Mantelschicht der anderen, so wie die Hand im Handschuh. Das gleiche gilt natürlich für die Organe der Blüten und für die Achselknospen, die eine mit dem Hauptkegel ganz identische Zusammensetzung erhalten müssen, da, wie wir oben sahen, die äußersten Zellagen sich nicht durch perikline Wände teilen, sondern von

dem darunter entstehenden Gewebehöcker mit nach außen geschoben werden. *Dadurch wird die einmal zustandegekommene Kombination dauernd bewahrt und geht auf alle Seitenzweige höherer Ordnung über.* So erhalten die Periklinalchimären eine Konstanz, die die der sektorialen weit übertrifft.

Ich will den Anteil der zentralen Komponente als Kerri, den der peripheren als Mantel bezeichnen. Es sind nun zwischen zwei Arten A und B mehrere Kombinationen möglich. Ohne weiteres sieht man, daß einmal der Mantel von A, der Kern von B, das andere Mal der Mantel von B, der Kern von A geliefert werden kann. Für beide Fälle ist nun noch eine weitere Reihe von Verschiedenheiten denkbar, je nachdem der fremde Mantel von *einer* oder *mehreren* Zellschichten gebildet wird. Um diese Typen durch eine kurze Bezeichnung bequem voneinander zu unterscheiden, schlug ich vor, hier von haplo-, diplo-, . . . polychlamyden Periklinalchimären zu reden.

Da zu der *Beständigkeit* einer Periklinalchimäre unbedingt notwendig ist, daß die Achselknospen genau die Kombination des Hauptkegels wiederholen, so ist schon durch ihren Entstehungsmodus eine Maximalzahl der möglichen Mantelschichten festgelegt, denn die zur Bildung der Knospen führenden, entscheidenden periklinen Teilungen vollziehen sich immer in einer ziemlich peripheren Zellreihe. Ein für alle Phanerogamen gültiges Schema läßt sich nicht aufstellen, doch scheint in der Regel die dritte oder vierte Schicht für die periklinen Teilungen in Frage zu kommen, während die zwei oder drei darüberliegenden ungeteilt vorgestülpt werden. Deshalb kann der Mantel einer wuchsbeständigen Chimäre nicht aus mehr als diesen zwei bis drei Zellschichten bestehen. Würde etwa im ursprünglichen Vegetationskegel noch eine vierte Schicht zum Mantel gehören, so wäre bei der Bildung der Achselknospen der Kern vollständig ausgeschlossen und alle Seitenzweige bestünden nur aus Zellen der Mantelkomponente. Bisher sind wuchsbeständige Chimären nur mit ein oder zwei Mantelschichten bekannt geworden, die sich durch die Formeln

A-B-B . . . B-A-A . . . A-A-B . . . B-B-A

charakterisieren lassen. Es ließen sich aber noch weitere Kombinationen denken, wenn nämlich eine fremde Schicht zwischen artgleiche eingeschaltet wird, wie etwa in A-B-A oder B-A-B.

(Fortsetzung folgt.)

## Besprechungen.

Becker, A., und C. Ramsauer, *Über radioaktive Meßmethoden und Einheiten.* Aus dem radiologischen Institut der Universität Heidelberg. Mit einem Vorwort von P. Lenard. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung, 1914. 37 S. Preis geh. M. 0,80.

Die große Bedeutung, welche die radioaktiven Erscheinungen in rein wissenschaftlicher Hinsicht besitzen, und auch ihre zum Teil sehr erfolgreichen An-

<sup>1)</sup> Baur, Zeitschr. f. induct. Abstamm. u. Vererbungslehre Bd. I, S. 139 und 330; Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 27, S. 603.

wendungen auf medizinischem Gebiet, führten zur Gründung einer Reihe von Instituten, die speziell der Erforschung dieses neuen Gebietes gewidmet sind. In Heidelberg ist seit dem Jahre 1909 dem Physikalischen Universitätslaboratorium ein solches Radiologisches Institut angegliedert, das unter der Leitung des berühmten Physikers *Lenard* steht. Das neue Institut hat sich unter anderen die Aufgabe gestellt, einfache Meßverfahren der radioaktiven Substanzen auszuarbeiten. Die vorliegende Broschüre hat, wie man aus der Vorrede erfährt, den Zweck, die nach dieser praktischen Seite hin vorliegenden Ergebnisse weiteren Kreisen zugänglich zu machen. Es war nicht die Absicht der Verfasser, das im Titel genannte Thema zu erschöpfen, sie beschränken sich vielmehr auf einige im Heidelberger Institut näher untersuchte Verfahren.

Im Vorwort bespricht *Lenard* u. a. die Frage der Einheit der Radiumemanationsmenge und empfiehlt besonders direkte Gewichtsangaben. Vom Standpunkt des absoluten Maßsystems wären derartige Angaben in der Tat am rationellsten. Vom radioaktiven Standpunkt scheinen sie indessen dem Referenten einige Nachteile gegenüber den sich immer mehr einbürgern den Angaben in Curies zu besitzen. Unter einem Curie versteht man diejenige Emanationsmenge, die mit einem Gramm metallischen Radiums im Gleichgewicht steht. Man erhält die Emanationsmenge in Curies direkt, wenn man z. B. die  $\gamma$ -Strahlung der Emanation (im Gleichgewicht mit Radium  $C_1$ ) vergleicht mit der  $\gamma$ -Strahlung eines Radiumpräparates von bekanntem Radiumgehalt. Derartige Messungen lassen sich bequem mit einer Genauigkeit von  $\frac{1}{2}\%$  ausführen. Um zum Gewicht der Emanation zu gelangen, müßte das so erhaltene Resultat mit einem Faktor, nämlich dem Gewicht eines Curie Emanation (0,0059 mg; auf S. 6 ist diese Zahl wohl aus Versehen als das Gewicht eines Millicurie angegeben) multipliziert werden. Dieser Umrechnungsfaktor ist aber heute noch mit einer Unsicherheit von mehreren Prozent behaftet, die also den Messungsfehler bei weitem übersteigt. — Die Vorteile der Angaben in Curies treten weiterhin besonders hervor, wenn man sie, wie es üblich geworden ist, auf die kurzlebigen Produkte des aktiven Niederschlages ausdehnt und z. B. die mit einem Gramm Radium im Gleichgewicht stehende Menge Radium  $C_1$  als 1 Curie Radium  $C_1$  bezeichnet. Man verbindet mit einer solchen Angabe viel leichter eine Vorstellung von der Größenordnung der Aktivität, auf die es ja meistens ankommt, als mit den Gewichtsangaben (im Falle des Radium  $C_1$  1 Curie = 0,000 021 mg), die dazu noch durch unbequem kleine Zahlen ausgedrückt werden. Selbstverständlich wird man dem Lenardschen Vorschlag in allen den Fällen folgen, wo man die Radioelemente nicht als Quellen der Aktivität, sondern als chemische Stoffe behandelt.

Den ersten Teil der Broschüre bildet die sehr klare Abhandlung von *A. Becker* „Über Emanations- und Radiummessung nach den meist gebräuchlichen Methoden und mit dem Emanometer“, wobei nur auf die bei schwachen Präparaten angewandte Emanationsmethode eingegangen wird. Diese Methode ist seit langem in Gebrauch und deren einwandfreiste, bei genauen wissenschaftlichen Untersuchungen fast ausschließlich gebrauchte Ausführung besteht wohl im Auskochen der Emanation aus der zu untersuchenden Lösung, Überführung in eine evakuierte Ionisationskammer und Messung nach bestimmter Zeit. Durch die medizinischen Anwendungen der Emanation ist aber ein Bedürfnis entstanden nach einem noch ein-

facher und schneller arbeitenden Verfahren, das auch ohne besondere Sachkenntnis gehandhabt werden kann. Der Verfasser bespricht nun zunächst die bekannten Faktoren, die bei genauen Messungen nach der Emanationsmethode berücksichtigt werden müssen, und geht auf die Frage ein, wie weit es möglich ist, diese Faktoren bei einigen in der Praxis gebräuchlichen Verfahren einzuhalten. Es wird das Zirkulationsverfahren, das Engler-Siebekingsche Fontaktoskop und das vom Verfasser konstruierte Emanometer erwähnt. Der Verfasser hält das letztere Instrument nicht nur als besonders geeignet für den erwähnten praktischen Zweck, sondern auch für exakte Untersuchungen. Bezüglich des Belegmaterials wird auf frühere Arbeiten verwiesen.

Einen anderen Charakter hat die Arbeit von *C. Ramsauer* „Über die Analyse radioaktiver Substanzen durch Sublimation“. Es wird hier zum ersten Male eine neue Methode beschrieben, die den Zweck hat, Radium neben Thorium- und Aktiniumprodukten in schwach aktiven Präparaten quantitativ zu bestimmen.

Qualitativ läßt sich das Vorhandensein der Produkte der drei radioaktiven Reihen nebeneinander leicht feststellen dank der großen Verschiedenheit der Halbwertszeiten der drei Emanationen (3,85 Tage, 53 Sekunden und 3,9 Sekunden). Es genügt, über das betreffende Präparat einen Luftstrom zu leiten und diesen in ein evakuiertes Emanationselektroskop einzuführen, um aus der Abklingungsgeschwindigkeit der Aktivität die Frage qualitativ zu beantworten. Diese Methode zu einer quantitativen auszubauen, wäre vielleicht möglich, wenn die Substanzen in Lösung sich befinden, bei festen Präparaten stößt man aber dabei auf die Schwierigkeit, daß das Emanierungsvermögen der festen Stoffe in sehr hohem Maße von der Konsistenz und chemischen Beschaffenheit des Präparates abhängt.

Der Verfasser versucht eine andere Methode, die auf der Flüchtigkeit der aktiven Niederschläge bei höheren Temperaturen beruht. Die zu analysierende Substanz wird elektrisch vier Minuten lang auf  $1150^\circ$  erhitzt und die sich verflüchtigenden aktiven Niederschläge auf einer gegenüberliegenden gekühlten Fläche kondensiert. Aus der Form der Abfallskurve der so erhaltenen Aktivität läßt sich dann das relative Verhältnis der Produkte der drei Reihen bestimmen, da die drei aktiven Niederschläge mit verschiedener Geschwindigkeit abfallen.

Im Prinzip ist die sehr einfache Methode sicherlich geeignet, ihren Zweck zu erfüllen. Der Referent kann aber ein Bedenken gegen eine bei der Auswertung der Abklingungskurven gemachte Voraussetzung nicht unterdrücken. Es wird angenommen, daß bei der Erhitzung auf  $1150^\circ$  die Produkte Radium A und B, Thorium B und  $C_1$  und Aktinium B und  $C_1$  quantitativ verflüchtigt werden, während das Radium  $C_1$  bei dieser Temperatur gar nicht flüchtig sein soll. Nun sind die drei  $C_1$ -Produkte chemisch völlig gleich (Glieder der Wismutplejade), und es ist nach den bisherigen Erfahrungen nicht sehr wahrscheinlich, daß sie unter gleichen Bedingungen sich so verschieden verhalten sollten. Der Verfasser zeigt zwar, daß beim Erhitzen eines Radiumsalzes das Radium  $C_1$  nicht verflüchtigt wurde, während beim Erhitzen von Thoriumoxyd Thorium  $C_1$  im Destillat erhalten wurde. In diesen Präparaten befanden sich indessen die  $C_1$ -Produkte wohl sicher in verschiedener chemischer Form; es ist aber mehrfach gezeigt worden, daß

man z. B. Thorium  $C_1$  unter gewissen Umständen schon bei  $200^\circ$  leicht verflüchtigen kann, während es bei anderen chemischen Bedingungen erst bei  $1000^\circ$  merklich flüchtig ist. Es müßte also jedenfalls die Frage eingehend geprüft werden, wie die Flüchtigkeit der in Betracht kommenden Produkte von den Begleitstoffen abhängt, die besonders bei den Quellsintern, für deren Untersuchung die Methode u. a. gedacht ist, von Fall zu Fall sehr verschiedener Natur sein werden. Es wäre auch speziell darauf zu achten, ob die Gegenwart von Blei bzw. Wismut, mit denen die drei B- bzw.  $C_1$ -Produkte chemisch identisch sind, die Flüchtigkeit nicht wesentlich beeinträchtigt, wie das schon unter gewissen Umständen beobachtet wurde. Man wird wohl die Untersuchung dieser Fragen abwarten müssen, um sicher zu sein, daß man mit der Methode die vom Verfasser erstrebte Genauigkeit von 20 % in allen Fällen erreichen kann.

K. Fajans, Karlsruhe.

**Weyrauch, Jakob J., Robert Mayer zur Jahrhundertfeier seiner Geburt.** Stuttgart, Konrad Witwer, 1915. V, 105 S. Preis geh. M. 5,—, geb. M. 6,—.

Es gibt Menschen, die nicht schlafen können. Niemand wird behaupten, daß es immer die Unbedeutendsten seien; und doch würde man gerade ihnen einen gesunden Schlummer gönnen. So gibt es auch Diskussionen, die nicht zur Ruhe kommen können, obgleich sie diese längst verdient haben. Von diesem Gesichtspunkte aus wird man vielleicht geneigt sein, auch das vorliegende Buch über *Robert Mayer* für überflüssig zu erachten; und erst durch den Umstand, daß es, von dem Hauptmotiv des säkularen Gedenkens abgesehen, mancherlei neue und interessante Einzelheiten enthält, wird man versöhnt und legt schließlich das Buch doch mit dem Gefühle aus der Hand, wieder einmal ein merkwürdiges Stück Geistesgeschichte durchleuchtet zu haben.

Übrigens enthält das Buch eine Reihe nur lose zusammenhängender Kapitel. Das erste ist die eigentliche Jahrhundertrede zum Gedächtnis des seltenen Mannes. Das zweite greift ein noch nicht genügend behandeltes Thema heraus: die Frage, ob und inwieweit in jenem philosophischen Kopfe auch der Geist des Technikers schlummerte oder gar wach war. Das letzte endlich befaßt sich mit den vorhandenen bildlichen Darstellungen von *Mayers* Persönlichkeit, und es bringt unter anderem die merkwürdigen Schicksale ans Licht, die die Totenmaske gehabt hat.

Zwischen jenen Anfang und dieses Ende sind die kritisch-polemischen Kapitel eingeschaltet, und es handelt sich dabei um drei sehr verschiedenartige Männer, die *Mayer* gegenüber eine der Rangordnung nach sehr ungleiche Rolle gespielt haben: *Treitschke*, *Poggendorff* und *Helmholtz*. Der Historiker *Treitschke* hat in seiner „Deutschen Geschichte im 19. Jahrhundert“ eine kurze Bemerkung über das Problem der Erhaltung der Energie gemacht und dabei seinen Berliner Kollegen *Helmholtz* nach der Meinung *Weyrauchs* zu gut, *Mayer* dagegen zu schlecht behandelt. Das ist insofern ganz richtig, als man mit Sicherheit behaupten kann, daß, wenn sich *Treitschke* — was er wohl gar nicht getan hat — eine eigene Vorstellung von jenem Problem hätte verschaffen wollen, er wie jeder Laie bei *Mayer* viel mehr Genuß gefunden haben würde als bei *Helmholtz*, dessen Sprache er kaum verstanden hätte. Aber schließlich entscheidet doch der wissenschaftliche Gesamtwert der Beteiligung an einem Problem; und daß dieser bei *Helmholtz* über-

ragend ist, wird niemand bestreiten. Übrigens kann man damit die kurze und nicht sonderlich anspruchsvolle Bemerkung wohl für abgetan erklären.

Der Fall *Poggendorff* betrifft eine allerdings nicht unwichtige Frage, aber eine zunächst mehr geschäftlicher Natur: Soll sich eine Wissenschaft als Redakteur ihres führenden Journals einen fleißigen Arbeiter oder einen führenden Geist aussuchen? Daß *Poggendorff*, bei aller Anerkennung seiner physikalischen Kleinarbeit, zu den letzteren nicht gehörte, ist sicher; und ebenso sicher, daß man, wenn sich ein hervorragender Mann zur Übernahme der Geschäfte bereit findet, mit ihm besser fahren wird. Aber völlig beseitigt ist damit die Gefahr immer noch nicht, daß eine Arbeit von ungeheurer Zukunftsbedeutung ihrer nicht streng wissenschaftlichen Form halber eine Zurückweisung erfahre. Es treten eben in dieser komplizierten Welt oft so viele und verschiedenartige Kräfte und Bedingungen ins Spiel, daß etwas durchaus Vollkommenes gar nicht zu garantieren ist.

Endlich das Kapitel über *Helmholtz* in seinem Verhältnis zu *Robert Mayer*. Dieses Thema ist in allen Tönen, von denen der Bewunderung bis zu denen der Gehässigkeit nach beiden Seiten so oft behandelt worden, daß auch die vorliegende Schrift nichts Wesentliches mehr hinzuzufügen vermag. Lassen wir also jetzt die Sache wirklich ruhen und freuen wir uns, daß Deutschland zu gleicher Zeit zwei Männer hervorgebracht hat, die unabhängig voneinander und in ganz verschiedenem Geiste dasselbe große Problem zur schönsten und glücklichsten Lösung bringen konnten. *Robert Mayer* aber wird, auch nachdem das erste Jahrhundert abgelaufen ist, in den Annalen der Naturlehre fortgeführt werden als einer der erleuchteten Geister.

Felix Auerbach, Jena.

**Palágyi, Melchior, Die Relativitätstheorie in der modernen Physik.** Vortrag, gehalten auf dem 85. Naturforschertag in Wien. Berlin, Georg Reimer, 1914. 77 S. Preis M. 1,50.

Der Inhalt dieses, als Broschüre erschienenen Vortrages, rechtfertigt den Titel eigentlich wenig; denn der Physiker wird darin vergeblich etwas von „moderner Physik“ suchen. Vielmehr will der Verfasser die philosophischen Grundlinien des „neuen Weltsystems“ darstellen, dem nach seiner Ansicht die Physik zustrebt; eine ausführliche Darstellung behält sich der Verfasser für ein größeres Werk vor, das er vorbereitet. Das Relativitätsprinzip dient nur zum Ausgangspunkt; gegenüber *Einsteins* und *Minkowskis* „dunkler“ Lehre muß *Palágyis* Raum-Zeit-Theorie (deren Begründung übrigens schon auf das Jahr 1901 fällt) im Lichte größerer Klarheit erstrahlen. Es genügt, einige „Resultate“ dieser Lehre hier hinzusetzen, um des Verfassers Geist zu kennzeichnen.

Schon „vor *Minkowski*“ hat *Palágyi* die große Entdeckung gemacht, daß man die Zeit als vierte Koordinate zu den Raumabmessungen hinzufügen kann. Hieraus entwickelt sich ein „großartiges symbolisches Bild“ (S. 18, Zeile 6 v. u.) der Welt, die aus einer Folge von „Querräumen“ besteht, die im Strom der Zeit auseinander hervorgehen. Diese simple Vorstellung, die jedem Schüler der Kinematik geläufig ist, wird aber nicht, wie bei *Minkowski*, zu einem sinnvollen Gebäude erhoben durch Angabe der Maßbestimmung in der vierdimensionalen Mannigfaltigkeit; statt dessen wird nur das Bild vom Fließen des Raumes im Zeitstrom breitgetreten. Es folgt dann die Einführung der Tempogleichung  $u = i c t$ , durch die die vierte Koor-

dinate  $u$  mit der Zeit verbunden wird; und diese Definition ermöglicht nun durch eine Schlußweise, bei der die imaginäre Einheit  $i$  eine humoristische Rolle (S. 22) spielt, die Aufstellung des kühnen Satzes, „wonach die gleichförmig-geradlinige Bewegung eines materiellen Punktes im dreidimensionalen Raume eine Sache der Unmöglichkeit ist“ (S. 23). Wenn man einmal so weit ist, dies als richtig und das Gegenteil als „Gedankengespenst“ (S. 28, Zeile 19) anzuerkennen, so wird man auch den weiteren Inhalt des Vortrags aufnehmen und bis zum „Kollektivitätsprinzip“ durchdringen können. Das Buch schließt damit, daß auf Grund dieser Erkenntnisse die Annahme eines Äthers als denkwürdig bewiesen wird (S. 96).

Da Mathematiker und Physiker den Wert der Broschüre bereits nach der Lektüre der ersten Seiten (besonders von S. 22) richtig einschätzen werden, so bleibt dem Referenten nur übrig, die dem Fache ferner stehenden Leser davor zu warnen. Es gibt heute eine ganze Reihe von guten Darstellungen der Relativitätstheorie und der neuen Auffassung von Raum und Zeit in der Physik. (Vgl. etwa die im Heft 48 dieser Zeitschrift, 2. Jahrgang [1914], S. 1018 besprochenen Bücher.) M. Born, Göttingen.

## Physikalische Mitteilungen.

**Gleichzeitiges Senden und Empfangen in der drahtlosen Telegraphie.** In der drahtlosen Telegraphie war es früher eine der wichtigsten Regeln, Sende- und Empfangsseite vollkommen zu trennen. Da beim Senden und Empfangen die gleiche Antenne benutzt wird, mußte der Empfangskreis vollkommen von der Antenne getrennt werden, wenn die große Energie der Sendestation auf die Antenne geschaltet wurde. Denn die eigentlichen Empfangselemente, die Detektoren, sind starken Hochfrequenzströmen gegenüber außerordentlich empfindlich und werden schon von einem relativ zur Sendeenergie geringen Stromen unbrauchbar gemacht. Man ging so weit, daß man zum Teil nicht nur die Empfangsschaltanlage als Ganzes von der Antenne abschaltete, sondern auch noch die direkten Zuführungen zum Detektor löste, damit dieser nicht etwa von in den Zuführungen induzierten Strömen getroffen werde. Dadurch wurden ziemlich komplizierte Schaltanlagen notwendig, deren Hauptmerkmal darin bestand, daß einmal beim „Geben“ die Zuleitungen zum Senderkreis und zum Detektor gelöst wurden, und daß andererseits bei der Stellung des Schalthebels auf „Empfang“ die Senderschaltung blockiert war, also keine Hochfrequenzenergie in der gleichen Station entstehen konnte.

Eine derartige Schaltung verhindert, daß eine Station während der Zeit, in der sie gibt, angerufen werden kann.

Drei verschiedene Vorschläge zielen darauf hin, ein *gleichzeitiges* Senden und Empfangen möglich zu machen. Je einer dieser Vorschläge stammt von der Telefunken-Gesellschaft und von *Marconi*, ein dritter von *Busch* und *Loewy*. Der Begriff „gleichzeitig“ ist außer bei *Marconi* mit Einschränkungen zu verstehen.

Bei der Marconischen Anordnung sind auf einer Gesamtstation die Empfangs- und die Sendeantenne durch eine Entfernung von etwa 4 % der Telegraphierdistanz voneinander getrennt. Bezeichnen wir die beiden Gesamtstationen, die miteinander drahtlos verkehren wollen, mit I und II und nehmen wir an, daß II in großer Entfernung

liegt und daß Station I in eine Station  $I_S$ , die nur sendet, und eine Station  $I_E$ , die nur empfängt, unterteilt ist.  $I_S$  besitzt eine Antenne in der bekannten Marconischen Knickform und strahlt daher in einer bestimmten Richtung ein Maximum der Energie aus. Die Antenne wird naturgemäß so orientiert, daß dieses Maximum in Richtung auf II liegt. Senkrecht zu dieser Strahlung besitzt die Sendestation ein Strahlungsminimum, und in dieser Richtung liegt die Empfangsstation  $I_E$ . Dies Minimum der Strahlungsrichtung würde naturgemäß bei der kleinen Entfernung zwischen  $I_S$  und  $I_E$  nicht genügen, um die Station  $I_E$  vollkommen vor den Wellen der Station  $I_S$  zu schützen. Es besitzt vielmehr diese Empfangsstation eine aus 2 Antennen bestehende Kombination, die so gewählt ist, daß bei einer bestimmten Entfernung zwischen  $I_S$  und  $I_E$  die von  $I_S$  kommenden Wellen in diesen beiden Antennen sich in ihrer Wirkung auf den Detektor gegenseitig aufheben. Dabei ist aber die Antennenkombination so gestaltet, daß die von der entfernten Station II ankommenden Wellen dennoch vollkommen auf den Empfänger übertragen werden.

Bei dieser Anordnung mit zwei Antennen auf einer Gesamtstation ist also erreicht, daß die Empfangsstation jederzeit, auch während die zugehörige Gebestation ihre Wellen sendet, auf Empfang steht. Der Nachteil liegt aber wohl darin, daß die beiden Stationen  $I_S$  und  $I_E$  durch eine Entfernung voneinander getrennt sind, die relativ beträchtlich zu nennen ist. Da die Stationen getrennt sind, müssen zwei Telegraphisten tätig sein, die sich wahrscheinlich telephonisch verständigen. Ob diese Trennung einen Fortschritt bedeutet, erscheint immerhin zweifelhaft.

Die Empfangsstation  $I_E$  wird von der Sendestation  $I_S$  nur dann nicht gestört, wenn die Entfernung zwischen  $I_S$  und  $I_E$  in bestimmter Beziehung zur verwendeten Wellenlänge steht. Man ist daher auf eine bestimmte Wellenlänge festgelegt und gibt damit die für das Militär unerläßliche Unbeschränktheit in der Wahl der Wellenlänge auf.

Die Telefunken-Gesellschaft benutzt nur eine Antennenanlage. Die „Gleichzeitigkeit“ von Geben und Empfangen wird so erreicht: sobald die Morsetaste niedergedrückt wird, stellt sich die ganze Anlage automatisch auf Senden, die Empfangsapparate werden aus- und die Gebeapparate eingeschaltet. Sobald die Taste losgelassen wird, werden wieder alle Geberleitungen abgeschaltet, die ganze Geberanlage blockiert und die Empfangsapparatur wieder eingeschaltet. Diese Manipulationen werden von dem *Gegensprechrelais* ausgeführt.

Der Telegraphist ist bei dieser Schaltung in der Lage, in jeder Pause zu hören, ob die Gegenstation einen Zwischenruf sendet, z. B. wenn ein Teil des Textes nicht vollständig verstanden wurde.

Während bei dieser Schaltung die Antenne nur in den *größeren Pausen* automatisch auf Empfang eingeschaltet wird, geschieht dies bei der Schaltung *Busch-Loewy* während der ganzen Zeit, in der in der Antenne kein Wechselstrom fließt. Die von einer Antenne ausgestrahlten Schwingungen bestehen, wenn man von den vollkommen ungedämpften Schwingungen absieht, aus einzelnen gedämpften Schwingungszügen. Nimmt man z. B. eine Station, bei der im Primärkreis des Induktors ein rotierender Unterbrecher eingeschaltet ist, so erfolgt bei jeder Unterbrechung des Primärstromes ein Aufladen des Hochfrequenzschwingungskreises und damit ein Funkenübergang. Der dann einsetzende Wellenzug klingt nach einer Exponential-

kurve ab und ist meist so stark gedämpft, daß der Schwingungsverlauf schon abgeklungen ist, ehe der nächste Funke einsetzt. Die entstehenden Zwischenräume benutzt die dritte Methode, um während dieser äußerst kurzen Zeiten, die sich bei der Rotation des Unterbrechers nach jeder Unterbrechung wiederholen, die Antenne auf den Empfangskreis zu schalten. Bei der praktischen Durchführung der ersten Versuche wurde dies dadurch erreicht, daß auf die Achse des den Induktorstrom zerschneidenden Unterbrechers ein Kontaktapparat gesetzt wurde, der den Empfangskreis periodisch der Antenne an- und abschaltet, wobei die Kontaktdauer und die Zeit des Kontaktmachens so gewählt wurde, daß der Empfangskreis dann eingeschaltet war, wenn die Senderwellen gerade abgeklungen waren. Mit dieser Anordnung hat Loewy im Göttinger Institut für angewandte Elektrizität bei gleichzeitigem Betrieb des Senders die Signale der benachbarten Versuchsstation für Marine und Heer aufnehmen können.

P. Lg.

Für die **photographische Photometrie** von der größten Wichtigkeit ist die Frage: Bekommt man auf einer photographischen Platte dieselbe Schwärzung, wenn man eine bestimmte Lichtintensität ohne Unterbrechung eine bestimmte Zeit einwirken läßt, wie wenn man eine größere Lichtintensität intermittierend während einer entsprechend kleineren Zeit einwirken läßt? Diese Beziehung gilt tatsächlich für eine Photometrierung, bei der man mit dem *Auge* gleiche Lichteindrücke vergleicht. Das beruht auf dem Talbot'schen Gesetz: Wenn eine Stelle der Netzhaut von periodisch veränderlichem und regelmäßig in derselben Weise wiederkehrendem Lichte getroffen wird und die Dauer der Periode hinreichend kurz ist, so entsteht ein kontinuierlicher Lichteindruck, der dem gleich ist, welcher entstehen würde, wenn das während einer Periode eintreffende Licht gleichmäßig über die ganze Dauer der Periode verteilt würde. Hat man also einerseits eine Lichtquelle, welche gemessen werden soll, und andererseits eine bekannte Vergleichslichtquelle, so kann man vor dieser Vergleichslichtquelle eine Sektorenscheibe rotieren lassen und die Größe der Sektorenöffnungen und die Schnelligkeit der Drehung so lange ändern, bis die beiden Lichtquellen dem Auge gleich hell erscheinen. Das Talbot'sche Gesetz ermöglicht es dann, die Kerzenstärke der unbekannten Lichtquelle zu messen.

Bei der *photographischen Photometrie* bestimmt man aus der Stärke der Schwärzungen einer photographischen Platte das Verhältnis zweier Lichtstärken. Würde man die Methode des rotierenden Sektors auch in der photographischen Photometrie verwenden können, so hätte man damit ein einfaches Mittel, auch im unsichtbaren, ultravioletten Spektralgebiet photometrische Messungen anstellen zu können. Die Beantwortung dieser Frage hat sich die Dissertation von A. E. Weber (*A. E. Weber. Über die Anwendung des rotierenden Sektors zur photographischen Photometrie. München, Dissertation und Annalen der Physik*, Bd. 45, p. 801, 1914) zur Aufgabe gestellt. Die Frage ist also die: Bekommt man gleiche Schwärzungen, wenn man eine photographische Platte 1. mit der Intensität  $J$  während der Expositionszeit  $T$  intermittierend durch einen rotierenden Sektor von der Öffnung  $360/n$  hindurch belichtet, wobei die wirksame Belichtungsdauer  $T/n$  wäre, und 2. kontinuierlich ohne rotierenden Sektor während der gleichen Expositionsdauer  $T$ , aber mit der Intensität  $J_1 = J/n$ .

Für die Schwärzung einer photographischen Platte besteht das Schwarzschild'sche Schwärzungsgesetz, das eine Beziehung zwischen Schwärzung, Intensität  $J$  und Belichtungszeit  $t$  ergibt. Dieses Gesetz besagt, daß gleiche Produkte von  $(J \cdot t)$  nicht gleiche Schwärzungen ergeben, sondern gleiche Produkte von  $(J t^2)$ , wo  $J$  kleiner als 1 ist. Danach wäre an eine Möglichkeit, den rotierenden Sektor für die photographische Photometrie zu verwenden, nicht zu denken. Es kommt aber ein zweiter Umstand hinzu, der trotzdem eine Verwendung des rotierenden Sektors als möglich erscheinen läßt. Es ergibt sich nämlich, daß intermittierende Belichtung *ganz allgemein* eine geringere Schwärzung hervorruft, als gleich lange andauernde kontinuierliche, so daß dennoch die Möglichkeit besteht, daß diese Erscheinung mit dem Schwarzschild'schen Gesetz so zusammenwirkt, daß die zu erweisenden Beziehungen doch gültig sind. Darüber kann nur das Experiment entscheiden. Gibt es ein positives Resultat, so würde das neue photographische Photometrieverfahren in folgender Weise auszuführen sein: man photographiert die zu messende Erscheinung während der Expositionszeit  $T$ , dann photographiert man auf dieselbe Platte eine Anzahl von Marken während der gleichen Expositionszeit  $T$ , aber mit verschiedenen Sektoröffnungen. Den so erhaltenen Schwärzungen sind Intensitäten zugeordnet, welche sich zueinander verhalten, wie die entsprechenden Winkel der Sektoröffnungen. Man hat dann zu vergleichen, welchen diesen Marken gleiche Schwärzung wie die von der zu photographierenden Erscheinung herrührende besitzt.

Weber hat derartige Versuche durchgeführt und kommt zu dem Resultat, daß die neue Photometriermethode sehr wohl möglich ist. Sie ergibt einwandfreie Resultate, wenigstens für die Wellenlänge  $\lambda = 434,8 \mu$ , wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit des rotierenden Sektors innerhalb der Tourenzahlen 1890—120 Umdrehungen pro Minute und die Expositionszeit innerhalb eines Bereiches von 15—300 Sekunden liegt. Das Resultat ist, wie gesagt, deswegen besonders bemerkenswert, weil man mit der angegebenen Methode ein einfaches Mittel erhält, *ultraviolette* Erscheinungen zu photometrieren.

P. Lg.

Seitdem die Wellennatur der Röntgenstrahlen erwiesen ist und seitdem es gelungen ist, die Röntgenstrahlung in ein Spektrum zu zerlegen, werden die in der Optik gebräuchlichen Meßverfahren auch im Gebiete der Röntgenstrahlen anzuwenden gesucht. So wird jetzt von Walther Friedrich und Peter Paul Koch die Methode der photographischen Spektralphotometrie auf die **Photometrierung der Röntgenstrahlen** übertragen (*W. Friedrich und P. P. Koch: Über Methoden zur photographischen Spektralphotometrie der Röntgenstrahlen. Annalen d. Physik* 45, p. 399, 1914). Das Verfahren erstrebt eine photographische Bestimmung der Intensität der Röntgenstrahlen auf Grund der auf einer photographischen Platte hervorgerufenen Schwärzung. Allerdings ist es nicht möglich die Intensität in absolutem Maße zu messen, sondern es ist nur möglich verschiedene Intensitäten miteinander zu vergleichen. Und noch eine weitere Einschränkung kommt insofern hinzu, als die Röntgenstrahlen von derselben Härte sein müssen. Die Methode wurde von P. P. Koch im Jahre 1909 zuerst zur Photometrie von Lichtstärken verwendet. Sie beruht darauf, daß zwei Lichtintensitäten gleicher Wellenlänge dann gleich sind, wenn sie in gleichen Zeiten



auf derselben photographischen Platte die gleiche Schwärzung hervorrufen. Demzufolge läßt man die zu photometrierenden Quellen während einer gewissen, günstigsten Zeit einwirken. Auf dieselbe Platte druckt man mit den gleichen Expositionszeiten eine Reihenfolge von Intensitätsmarken derselben Wellenlänge, deren Intensitätsverhältnis bekannt ist. Diese Marken liefern die für die betreffende Platte gültige Beziehung zwischen Intensität und Schwärzung und gestatten damit die Auswertung der Intensitätsverhältnisse der zu photometrierenden Erscheinung. — Demzufolge ist es nötig, sich in irgend einer Weise exakt berechenbare, relative Röntgenstrahlenintensitäten herzustellen. Aus den Versuchen ergab sich, daß die Schwärzungen der photographischen Platte, die mit dem von *P. P. Koch* angegebenen Photometer gemessen wurden, mit den Röntgenstrahlenintensitäten in einer linearen Beziehung stehen. Zur Bestimmung relativer Röntgenstrahlenintensitäten wird man also in der Weise vorgehen, daß man sich zunächst überzeugt, daß die größte zu messende Intensität eine Schwärzung liefert, die innerhalb des mit dem Röntgenphotometer zu erhaltenden Schwärzungsbereiches fällt. Man exponiert dann gleichzeitig und gleichlange wie die Platte, auf der die unbekannten, zu bestimmenden Intensitäten einer Erscheinung gemessen werden sollen, eine zweite Platte im Röntgenphotometer, die dann die Intensitätsskala liefert. Es sei nochmals betont, daß die Methode nur die *relativen* und nicht die absoluten Werte von Intensitäten zu messen gestattet.

P. Lg.

Versuche über **Volumenänderungen von Amalgamen** stellte *J. Würschmidt* im physikalischen Institut der Universität Erlangen an, im speziellen wurden Wismut-amalgame eingehender untersucht. Die beobachteten Unregelmäßigkeiten in der Ausdehnung der Wismut-amalgame lassen sich durch die Annahme erklären, daß Wismut in zwei Modifikationen vorkommt, deren Umwandlungspunkt bei etwa  $75^{\circ}$  liegt. Die Umwandlung der unterhalb  $75^{\circ}$  stabilen Modifikation ( $\beta$ ) in die zweite ( $\alpha$ ) findet, ähnlich wie der Übergang von festem Wismut in den flüssigen Zustand, unter starker Kontraktion statt. Diese Beobachtung steht im Einklang mit den von *E. Wiedemann* am Roseschon und Lipowitschen Metalle gemachten Beobachtungen, während *E. Cohen* und *A. L. Th. Moesveld*, die gleichfalls eine Enantiotropie des Wismuts finden, auf Grund ihrer Versuche annehmen, daß die Modifikation unter  $75^{\circ}$  die spezifisch dichtere sei. Durch wiederholtes Erwärmen und Abkühlen verliert das Wismutmalgam die Fähigkeit, sich umzuwandeln, wobei gleichzeitig eine Seigerung sich aus der Verschiebung der dem Schmelzpunkt entsprechenden Kontraktion nachweisen läßt. Durch sehr starkes Erhitzen dagegen kann sowohl die Seigerung wieder aufgehoben werden, als auch das Amalgam wieder die Fähigkeit erhalten, bei der Abkühlung bei  $75^{\circ}$  in die  $\beta$ -Modifikation überzugehen.

Die gleichzeitig angestellten Versuche an reinem Wismut ergaben ferner noch folgende Resultate: 1. Das zu dem Versuche verwandte reine Wismut zeigte in der Nähe des Umwandlungspunktes keinerlei Unregelmäßigkeiten im Ausdehnungskoeffizienten; es bestand hier somit sowohl oberhalb als auch unterhalb dieser Temperatur die gleiche Modifikation. 2. Die beim Schmelzen von Wismut auftretende Kontraktion ist keine sprungweise, sondern eine kontinuierliche, ähnlich wie dies früher vom Verf. für die bei anderen Metallen, wie Zinn, Cadmium, beobachtete Volumenzunahme nachgewiesen wurde. 3. Die beim Abkühlen eintretende

Unterkühlung des flüssigen Wismuts tritt in der Abhängigkeit des Volumens von der Temperatur deutlich hervor, indem die Erstarrung und die damit verbundene Ausdehnung bei bedeutend tieferer Temperatur eintritt als das Schmelzen. (*Verh. d. D. phys. Ges.* 16, 799—812, 1914.) W.

Mit der sehr interessanten Frage der **Molekulargewichtsbestimmung im festen Zustand** beschäftigt sich eine Arbeit von *R. Ewald*, Messung spezifischer Wärmen und Beiträge zur Molekulargewichtsbestimmung. (*Ann. d. Phys.* 44 p. 1213 ff.) Mit Hilfe des Nernst-Koref-Lindemannschen Kupferkalorimeters wurden die mittleren spezifischen Wärmen einer Anzahl von Elementen und Verbindungen gemessen für die Temperaturintervalle  $+55^{\circ}$  und  $0^{\circ}$  und  $-78^{\circ}$ ,  $-78^{\circ}$  und  $-190^{\circ}$ , entsprechend den mittleren Absoluttemperaturen von  $301^{\circ}$ ,  $234^{\circ}$  und  $138^{\circ}$ . Dabei wiesen eine Reihe von Ammoniumsalzen für das Gebiet zwischen der Temperatur des schmelzenden Eises und der festen Kohlensäure einen ganz anormalen Verlauf der spezifischen Wärme auf. Es ergab sich nämlich für dieses Temperaturgebiet ein größerer Wert der spezifischen Wärme als zwischen  $+55^{\circ}$  und  $0^{\circ}$ , ohne daß ein Feuchtigkeitsgehalt oder eine chemische Umwandlung der Salze dafür verantwortlich gemacht werden konnten. Was nun die Molekulargewichtsbestimmung im festen Zustand anlangt, so ist die Theorie der Bestimmung aus der spezifischen Wärme von *Debye* ausführlich entwickelt worden, wobei sich folgende Regel ergab: die Kurven für die Atomwärme als Funktion der Temperatur lassen sich bei geeigneter Temperaturzählung zur Deckung bringen, falls es sich um einatomige Elemente handelt. Da diese Gesetzmäßigkeit nur für die wahren spezifischen Wärmen gilt, mußte im vorliegenden Fall ein etwas modifiziertes Verfahren zur Molekulargewichtsbestimmung angewendet werden. Nach der Debyeschen Formel für den Energieinhalt fester Körper wurde die mittlere spezifische Wärme für verschiedene  $\beta$ -Werte jedesmal für die drei oben erwähnten Mitteltemperaturen berechnet und graphisch dargestellt. In die resultierende Kurvenschar wurden dann die experimentell erhaltenen  $C_v$ -Werte eingetragen, die sich durch eine leichte Umrechnung aus den wirklich gemessenen  $C_p$ -Werten ergeben. Je nachdem die empirisch erhaltenen Kurven parallel mit den berechneten  $\beta$ -Kurven verlaufen oder flacher als diese, sind die Elemente ein- oder mehratomig. Dies besagt nichts anderes, als daß im ersten Falle sich eine Übereinstimmung zwischen Berechnung und Messung schon bei Benutzung eines einzigen Frequenzwertes ergibt, während im zweiten Fall deren mehrere nötig sind. Von den untersuchten Elementen erwiesen sich einatomig: Cd, Sn, Mg, Fe, Tl, mehratomig: P, As, Bi, Sb.

H. S.

Durch die Untersuchungen von *Heike Kamerlingh-Onnes* und seinen Schülern hatte sich ergeben, daß sich die Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes für das Gebiet tiefer Temperaturen gut durch eine  $e$ -Funktion darstellen läßt. Zugleich konnte *Onnes* — wie schon kurze Zeit vorher *Nernst* — darauf hinweisen, daß zwischen dem Verlauf der spezifischen Wärme eines Metalles und dem Temperaturkoeffizienten seines elektrischen Widerstandes unverkennbare Parallelität besteht. Theoretische Betrachtungen von *F. A. Lindemann* führten zu einer Formel für die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes, die dem Ausdruck für den Energieinhalt sehr ähnlich ist und die



gleichen Werte für die Eigenfrequenzen verwendet wie dieser. Demzufolge müßten sich die Widerstandskurven der verschiedenen Metalle in der Reihenfolge der  $\nu$ - bzw.  $\beta \nu$ -Werte ( $\beta = \frac{h}{k} = 4,865 \cdot 10^{-11}$  sec. Grad) dieser Elemente anordnen. Dies will eine Arbeit von *H. Schimank*: **Über das Verhalten des elektrischen Widerstandes von Metallen bei tiefen Temperaturen** (*Ann. d. Phys.* 45 p. 706 ff.) bestätigen. Die Aufnahme und graphische Darstellung der Widerstandskurven verschiedener Metalle kann nicht ohne weiteres zum Ziele führen, da der Reinheitsgrad des benutzten Materials einen beträchtlichen Einfluß ausübt. Da man aber mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen darf, daß für Gebiete nahe dem absoluten Nullpunkt der Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstands praktisch null wird,  $\lim \left( \frac{dw}{dT} \right)_{T=0} = 0$ , kann man die Kurven ihrem wahrscheinlichen Verlaufe nach, bis zum absoluten Nullpunkt extrapolieren. Die Anwendung einer von *Nernst* ursprünglich für die Eichung von Widerstandsthermometern aufgestellte Regel auf diesen Fall ermöglicht eine Reduktion auf absolute Reinheit, und nunmehr bestätigt sich tatsächlich die oben gekennzeichnete Parallelität. Ein Einfluß der Struktur des Materials auf den Verlauf der Widerstandskurve konnte ebenfalls nachgewiesen werden. Von Drähten aus gleichem Material, die in derselben Weise mittels Ziehens hergestellt waren, verhielt sich der ausgeglühte zum unausgeglühten analog wie ein Draht von höherem chemischen Reinheitsgrade. (Autoreferat.)

Über eine neue Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes wird von *R. Freund* (*Physikalische Zeitschrift* XV, S. 817, 1914) berichtet. Er benutzt dazu die Wärmewirkung durch Foucaultsche Ströme in einem Metallzylinder, der sich in einem rotierenden, magnetischen Felde befindet. Um eine vertikal stehende Achse rotiert in Kugellagern ein Elektromagnet, dessen Kraftlinien horizontal verlaufen und einen zwischen den Polen befindlichen bifilar aufgehängten Kupferzylinder durchsetzen. Bei der Rotation des Magneten wird der Kupferklotz aus der Ruhelage der bifilaren Aufhängung um einen Winkel gedreht, der an einem Teilkreis abzulesen ist. Der Ablenkungswinkel, die Zahl der Umdrehungen pro Sekunde und die Zeit geben ein Maß für die mechanische Arbeit. Die dabei entwickelte Anzahl von Kalorien wird aus der Temperaturerhöhung eines Thormeelementes ermittelt, das in den Kupferklotz eingesetzt ist. Bei einer Anzahl von Versuchen, bei denen die üblichen Korrekturen angebracht wurden, ergaben sich als Resultate die Werte 427, 429, 426, 424, 426, 427, 425 und 426, deren Mittelwert 426,25 ist. Die einzelnen Resultate weisen ziemlich erhebliche Abweichungen untereinander auf. *P. Lg.*

Unter den Anordnungen, die für eine gerichtete drahtlose Telegraphie in Frage kommen, haben sich zwei als praktisch brauchbar erwiesen. Die eine ist die geknickte Markoniantenne, die aus einem kurzen vertikalen und einem langen horizontalen Teil besteht und die nach den praktischen Versuchen und nach der Theorie von *Hoerschelmann* neben dem Strahlungsmaximum eine geringe Seitenstrahlung und eine beträchtliche Rückenstrahlung besitzt. Die zweite Anordnung besteht aus zwei Antennen, die in bestimmter Entfernung voneinander stehen und deren Schwingungen um einen bestimmten Phasenwinkel

gegeneinander verschoben sind. Bei dieser Doppelantenne ist gleichfalls ein Strahlungsmaximum vorhanden, die Rückenstrahlung verschwindet ganz, dagegen hat die Seitenstrahlung beträchtliche Werte. *Zenneck* schlägt vor, eine Anordnung für gerichtete, drahtlose Telegraphie (Verh. der Deutschen Phys. Gesellschaft, 16, p. 699, 1914), diese beiden Antennenanordnungen zu kombinieren, und zwar in der Weise, daß ihre voneinander abweichenden Eigenschaften sich aufheben, und so ein ausgesprochenes Strahlungsmaximum mit geringer Seiten- und geringer Rückenstrahlung übrig bleibt. Dies ist praktisch dadurch möglich, daß man zwei Markoniantennen verwendet, mit zwei Schwingungen einer Phasenverschiebung, wie sie auch bei den beiden Vertikalantennen benutzt wurden. Die theoretische Durchrechnung des Problems zeigt, daß dieser Gedanke sehr aussichtsreich ist. Man erhält ein Strahlungsdiagramm, das recht günstig ist und den Wunsch rechtfertigt, diesen Gedanken auch in die Praxis umgesetzt zu sehen. *P. Lg.*

Das arithmetische Mittel im täglichen Gang des Erdmagnetismus liegt unserer Kenntnis der erdmagnetischen Mittel zugrunde. *Ernst Leyst* wirft (*Meteorologische Zeitschrift* 1914, 3, 127 f.) die Frage auf, ob die stillschweigende Voraussetzung, daß die Abweichungen nach der einen und der anderen Seite der Zahl nach in einem gewissen Gleichgewicht stehen, hier auch wirklich zutrifft? Er berechnet im Gegensatz zu den arithmetischen Mitteln die Zentralwerte von Beobachtungen, für welche die Anzahl der positiven Abweichungen gleich der Anzahl der negativen Abweichungen ist, und untersucht das Verhältnis des arithmetischen Mittels zum Zentralwert für magnetisch ruhige und magnetisch unruhige Perioden. Die Beobachtungen von *Pawlowsk* zeigen für das Jahr 1892 die meisten großen Störungen (am bedeutendsten im März), und für das Jahr 1901 die kleinsten Störungen (am geringsten im Juli). Es ergab sich nun, daß die Unterschiede zwischen dem Zentralwert und dem arithmetischen Mittel in den ruhigsten Zeiten in engen Grenzen, in Störungszeiten dagegen in sehr weiten Grenzen sich bewegen, bis zu 60 %! Ein Beweis dafür, daß die Störungen zu gewissen Stunden einseitig sind. Die magnetischen Störungen bilden nicht unregelmäßige Schwankungen einer Mittellage nach beiden Seiten hin, sondern stehen in einer bestimmten Abhängigkeit von der Lokalzeit des Ortes. Die aus arithmetischen Mitteln gezogenen Schlüsse über die täglichen Variationen des Erdmagnetismus haben daher nur eine bedingte Bedeutung, weil diese Mittel beim Erdmagnetismus nicht gleichseitige Ablenkungen haben, und diese Ungleichseitigkeit einen täglichen Gang hat. —z.

Die Oberflächenspannung amorpher Körper war bisher noch kaum zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gemacht worden. *B. Berggren* hat einen ersten Versuch gemacht, diese Lücke auszufüllen. Nachdem sich die Metalle als ungeeignet für die anzustellenden Versuche erwiesen hatten, wurden diese an Pech, Kolophonium, Kopal und Glas ausgeführt, und zwar mit Fäden, die beim Glas durch Ausziehen, bei den anderen Stoffen dadurch erhalten wurden, daß ein zugespitzter Glasstab in den geschmolzenen Stoff getaucht und senkrecht wieder herausgezogen wurde. Je nach der Temperatur und Geschwindigkeit lassen sich so Fäden von beliebigem Durchmesser erhalten. Die Untersuchungen wurden nun so ausgeführt, daß der zu untersuchende Faden an eine kleine Metallöse fest-

geschmolzen und an einem Haken am unteren Ende eines Glasstabes aufgehängt wurde, der oben festgeklemt war. Der Faden und ein kleines Thermometer waren zum Temperaturschutz von einer mit Neusilberdraht umwickelten Röhre umgeben, von welcher die elektrische Heizung ausging. Es zeigte sich nun, daß ein Faden hinreichender Länge dauernd durch sein eigenes Gewicht verlängert wurde. Wurde der Faden nach und nach abgekürzt, so wurde auch die Verlängerungsgeschwindigkeit immer kleiner und schließlich gleich Null. Verkürzte man nun noch weiter, so zeigte sich die Wirkung der Oberflächenspannung, und es trat Verkürzung ein. So konnte ein Faden von Pech zu einer kleinen Perle zum Zusammenziehen gebracht werden. Aus den von *Berggren* für die Oberflächenspannung und die spezifische Kohäsion aufgestellten Gleichungen ergeben sich diese Werte, sobald man durch Versuche die Deformationsgeschwindigkeit bestimmt hat. Es zeigt sich allerdings, daß die Genauigkeit der Methode bedeutend durch eine elastische Nachwirkung herabgesetzt werden kann, die scheinbar eine Erhöhung der Oberflächenspannung ergibt; dann wird aber wenigstens eine obere Grenze der letzteren geliefert. Jedenfalls sind die Oberflächenspannungen für feste Körper von derselben Größenordnung wie für wahre Flüssigkeiten und geben daher keine Bestätigung der Ansicht eines wesentlichen Unterschiedes zwischen festen und flüssigen Körpern in dieser Hinsicht. (*Annalen der Physik* 1914, 9, 2.) —z.

## Zeitschriftenübersicht.

Archiv für Elektrotechnik, III. Bd., 3. und 4. Heft, 1914.

*Dielektrische Eigenschaften von verschiedenen Isolierstoffen*; von *Karl Willy Wagner*. Für die Praxis wichtige Dielektrika (Guttapercha, Kautschuk, Hartgummi, Harz, Paraffin, Ceresin, Papier, Drahtisolationen aus Gummi, Seide, Baumwolle und Emaillelack sowie Porzellanglocken) wurden mit Gleichstrom und mit Wechselströmen verschiedener Frequenz untersucht. Gemessen wurde: a) die Größe und der zeitliche Verlauf der dielektrischen Nachwirkung; b) der Isolationswiderstand; c) die dielektrischen Verluste; d) die Dielektrizitätskonstante; e) die Abhängigkeit dieser Größen von der Temperatur. Es ergab sich: 1. Bei festen, nicht hygroskopischen Dielektrika befolgt die dielektrische Nachwirkung die Gesetze, die der Verfasser im Anschluß an *Maxwell* und *Wiechert* früher entwickelt hat. Sehr reine, homogene Dielektrika, z. B. Ceresin und Paraffin, haben eine sehr kleine Nachwirkung und entsprechend geringe dielektrische Verluste. 2. Bei hygroskop. Dielektrika mit Faserstruktur überlagert sich der Nachwirkung ein elektromotischer Leitungsvorgang. Erst durch die Trennung beider läßt sich das Verhalten solcher Körper im elektrischen Felde übersehen. 3. Stoffe, die, wie Guttapercha und Gummi, bei ihrer technischen Herstellung thermisch und mechanisch stark beansprucht werden, sind zunächst in einem labilen Zustande und streben allmählich einem physik.-chem. Gleichgewichte zu; daher ändern sich ihre dielektrischen Eigenschaften in der ersten Zeit nach der Herstellung sehr stark. 4. Eine große Zahl von Materialkonstanten wurde festgelegt. 5. Guttaperchamischungen werden angegeben, die sich durch besonders niedrige dielektrische Verluste auszeichnen und sich daher besonders für Fernsprechkabel mit großer Reichweite eignen.

*Messungen über die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektrischer Wellen an der Erdoberfläche*; von *O. Demmler*. Es wird eine Methode beschrieben, um auf langen Drahtleitungen stehende Schwingungen mit

ihren Oberschwingungen nachzuweisen. Sie wird angewendet, um die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektrischer Wellen über der Erde zu untersuchen. Diese ergibt sich merklich kleiner als die Lichtgeschwindigkeit (1,24 : 1 bis 1,11 : 1), wobei vornehmlich Sand eine große Rolle spielt.

### Physikalische Zeitschrift, 1. Dezember 1914.

*Über den Zusammenhang zwischen dem Joule-Thomson-Effekt, der spezifischen Wärme und der Zustandsgleichung*; von *R. Plank*. Die Joule-Thomson'schen Drosselversuche führten zu dem Ergebnis  $\partial T / \partial P = \alpha / T^2$  bei konstantem Wärmeinhalte. Es wird auf Grund einer ausführlichen Diskussion des Beobachtungsmaterials eine verallgemeinerte Joule-Thomson-Gleichung aufgestellt und ihre Konsequenz für die spezifische Wärme und die Zustandsgleichung gezogen.

*Der Drehimpuls des Lichts*; von *Max Abraham*. Eine von *Poynting* aufgestellte Hypothese über den Drehimpuls zirkular polarisierten Lichts gibt Anlaß zu der elektronentheoretischen Ableitung des Drehimpulses, den das von einem schwingenden Elektron ausgestrahlte Feld besitzt.

*Magnetische Zerlegung der Spektrallinien und Temperatur*; von *H. R. Woltjer*. Verf. findet bei niedriger (Vakuumröhre) und höherer (Oxyacetylenflamme und Funken) Temperatur die gleiche magnetische Zerlegung der Na-D-Linien. Die Beobachtungen werden zur Demonstration der Voigt'schen Theorie des *Paschen-Back-Effektes* verwandelt.

*Über Adsorbierung und Fällung der Radioelemente*; von *F. Paneth*. Die Frage der Vertretbarkeit der Elemente bei verschiedenen physikalischen und chemischen Reaktionen wird diskutiert und die Anschauung vertreten, daß dem Anion und Kation auch im festen Zustand gesonderte Valenzen zukommen und die Schwerlöslichkeit eines Niederschlags auf das feste Zusammenhalten dieser Valenzen zurückzuführen ist. Dadurch wird die Adsorptionsregel erklärt, daß Salze jene Radioelemente gut adsorbieren, deren analoge Verbindung — die Verbindung mit dem elektro-negativen Bestandteil des Adsorbens — in dem betreffenden Lösungsmittel schwer löslich ist.

### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 15. Dezember 1914.

*Brechung und Zurückwerfung elektromagnetischer Wellen an einem magnetisch aktiven isotropen Körper*; von *Karl Uller*. Auf Grund der in *Voigt's* „Magneto-optik“ (Teubner, 1908) niedergelegten Theorie wird die Struktur der vier möglichen Wellen aufgesucht, unter den allgemeinsten Voraussetzungen. Sodann werden die gebrochenen sowie die zurückgeworfenen Wellen berechnet. Die einfallende Welle wird in einem nicht aktiven Medium verlaufend vorausgesetzt.

*Über die Adsorption vom Standpunkte des 3. Wärmesatzes* (I. Mitteilung); von *M. Polanyi*. Aus dem 3. Wärmesatz ergibt sich, daß sich das Gemisch: Adsorbens + adsorbierter Stoff bei tiefen Temperaturen verhält wie eine Nernst'sche „ideale konzentrierte Lösung“; der adsorbierte Stoff spielt dabei die Rolle des Lösungsmittels. Bei tiefen Temperaturen läßt sich die Adsorptionswärme aus der Adsorptionsisotherme berechnen. Auch über die potentielle Energie der Moleküle gibt die Adsorptionsisotherme Aufschluß.

*Bemerkungen zur Lorentz'schen Gravitationstheorie*; von *Alexander v. Schütz*. Diese wird in der Weise gedeutet, daß zwei ungleiche Elektronen für jedes elektrische Feld nicht nur in Richtung, sondern auch in Stärke ungleichartig beeinflußt werden, so daß sie von den ihnen gleichen Feldern stärker angezogen, als von den ihnen entgegengesetzten abgestoßen werden. Überhaupt hängt jede Kraftwirkung nicht nur von der Stärke und Richtung des aktiven Teils, sondern auch von der Beeinflußbarkeit des passiven ab.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

RECEIVED  
MAR 18 1915

U.S. Department of Agriculture

Heft 2.

8. Januar 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Einige neue Experimente zur Quantenhypothese und deren theoretische Bedeutung. Von *Dr. Alfred Landé, Göttingen*. S. 17.

Chimären und Pfropfmischlinge. Von *Privatdozent Dr. Johannes Buder, Leipzig*. (Fortsetzung.) S. 23.

Besprechungen. S. 25.

Astronomische Mitteilungen. S. 28.

Verlag von Julius Springer in Berlin

## Chemiker-Kalender 1915

Herausgegeben von

**Dr. Rudolf Biedermann**

XXXVI. Jahrgang

**In zwei Bänden**

In Leinwand gebunden Preis zusammen M. 4.40

In Leder gebunden Preis zusammen M. 5.40

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich

6	13	26	52 maliger
10	20	30	40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

Soeben erschien:

# Die Kolbenpumpen einschließlich der Flügel- u. Rotationspumpen

Von

**H. Berg**

Professor an der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart

Mit 488 Textfiguren und 14 Tafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 14.—

Soeben erschien:

# Technische Messungen bei Maschinenuntersuchungen und im Betriebe

Zum Gebrauch in Maschinen-  
laboratorien und in der Praxis

von

**Professor Dr.-Ing. A. Gramberg**

Danzig-Langfuhr

Dritte, vielfach erweiterte und umgearbeitete Auflage

Mit 295 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis Mark 10,—

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

## Einige neue Experimente zur Quantenhypothese und deren theoretische Bedeutung.

Von Dr. Alfred Landé, Göttingen.

§ 1. Solange die chemischen Atome als die letzten unteilbaren Bausteine der Materie angesehen wurden, mußte man die physikalische Veränderlichkeit chemisch einfacher Körper als eine *Massenerscheinung* auffassen, hervorgerufen durch die Wechselwirkung sehr vieler gleichartiger Atome aufeinander. Die Grundlehren der Chemie fußen auf dieser Ansicht, und auch die ursprüngliche Spektralanalyse setzte, wenn sie jedem Element *ein* ganz bestimmtes Spektrum zuschrieb, die Unveränderlichkeit des chemischen Atoms voraus. Sehr bald gelang es aber, ein und demselben chemischen Körper mehrere verschiedene Spektren zu entlocken, die unabhängig voneinander je nach den äußeren Umständen bald gesondert, bald gleichzeitig hervorgebracht werden konnten. Durch Untersuchungen an leuchtenden positiv geladenen Atomen (Kanalstrahlen) zeigte J. Stark, daß die verschiedenen Spektren von den Atomen in verschiedenen elektrischen Ladungszuständen ausgesandt werden (neutrales, einwertiges, zweiwertiges usw. Spektrum). Die Abtrennung negativer Elektronen vom Atom verändert also seine inneren Eigenschaften, von denen das ausgesandte Licht Kunde gibt, in durchgreifender Weise. Daher kommt es, daß chemische Verbindungen, die doch nach elektrochemischen Vorstellungen durch elektrische Kräfte, Bindung von Valenzelektronen usw. zustande kommen, Spektren emittieren, in denen die Spektren ihrer Konstituenten nicht im geringsten wiederzuerkennen sind. Auf verschiedenen Wegen kann man ferner innerhalb eines solchen Spektrums weitere Veränderungen hervorrufen. u. a. die *Leuchtkraft* einzelner Linien verstärken oder abschwächen; durch geeignete Versuchsanordnung läßt sich sogar erreichen, daß vom ganzen Spektrum beliebige einzelne Linien bzw. Liniengruppen übrigbleiben (§ 7). Die einfachste Deutung dieser Tatsache ist die: Das leuchtende Atom durchläuft, bei gegebener elektrischer Ladung, eine große Reihe verschiedener Leuchtzustände, in jedem Zustand (oder vielleicht beim Übergang von einem Zustand zum zweiten) sendet es nur *eine* solche Linie bzw. Gruppe aus. Das unter gewöhnlichen Umständen beobachtete Gesamtspektrum zeigt nur das gleichzeitige Vorhandensein sehr vieler Atome in sehr vielen verschiedenen Leuchtzuständen an; die verschiedene Helligkeit der Spektrallinien entspricht

der relativen Häufigkeit, mit der die leuchtenden Atomzustände zugegen sind. — Während alle früheren Erklärungsversuche für die Gesetzmäßigkeiten der Spektren auf Grund der Anschauung gleichzeitigen Erklingsens sämtlicher Spektraltöne ungeheuer komplizierte Mechanismen voraussetzen mußten und alle mehr oder weniger fehlschlügen, gelang es N. Bohr mit Verwendung der *nacheinander* durchlaufenen verschiedenen Atomzustände, von denen jeder einzelne verhältnismäßig einfach konstruiert ist, einige der hauptsächlichsten Spektralserien Gesetze theoretisch abzuleiten<sup>1</sup>).

§ 2. Nach der elektromagnetischen Theorie kommt Lichtemission dann zustande, wenn eine elektrische Ladung ihre Geschwindigkeit oder Bewegungsrichtung ändert. Das einfachste Modell der Erzeugung *einer* Spektrallinie ist ein Elektron, welches mit einer Kraft proportional der Entfernung (quasielastische Kraft) an eine Gleichgewichtslage gebunden ist, um diese mit um so größerer Schwingungszahl herumpendelt, je stärker die Bindung ist, und dabei durch Lichtemission Energie verliert (H. A. Lorentz). Ein solches quasielastisch gebundenes strahlendes Elektron<sup>2</sup>) hat bei gegebener Bindung die Eigenschaft, hinreichend einfarbiges Licht, d. h. eine Spektrallinie auszusenden und aus auffallendem weißen Licht zu absorbieren. Es behält ferner bei Energieverminderung durch Ausstrahlung seine Farbe bei und zeigt im magnetischen Feld die beobachtete normale Aufspaltung in zwei bzw. drei Spektrallinien (Zeemann-Effekt). Das Modell gibt dagegen keine Rechenschaft für die Aufspaltung im elektrischen Feld (Stark-Effekt)<sup>3</sup>). Um letzteren Effekt zu erhalten, muß man die quasielastische Art der Bindung und damit zugleich die Unabhängigkeit der Farbe vom Energieinhalt aufgeben. Damit das Elektron dann trotzdem noch eine scharfe Spektrallinie aussenden kann, muß seine *Energie* während des Emissionsprozesses den zu der Farbe gehörigen bestimmten Wert haben; sowie die Energie des Elektrons durch Emission unter diesen Betrag

<sup>1</sup>) Vergl. diese Zeitschrift 1914, S. 285 u. 309 (*Seeleger*). Weitere Literatur am Schluß der Arbeit.

<sup>2</sup>) Ist  $m$  die Masse,  $e$  die Ladung des Elektrons,  $x$  seine Entfernung von der Ruhelage,  $k$  die Bindungskonstante, so lautet seine Bewegungsgleichung bei Vernachlässigung der Strahlungsdämpfung:  $m\ddot{x} + kx = 0$ . Das Elektron kann beliebige Energie  $E = \frac{m}{2}\dot{x}^2 + \frac{k}{2}x^2$  besitzen, ohne daß sich die Schwingungszahl  $\nu$  ändert, da  $\nu$  nur von  $k$  und  $m$  abhängt:  $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{k/m}$ .

<sup>3</sup>) Vergl. diese Zeitschrift 1914, S. 145 (*Stark*).

gesunken ist, muß die Lichtausstrahlung aufhören, ohne daß aus den elektromagnetischen Eigenschaften des Modells ein Grund dafür abzuleiten ist. Das Bild des an eine Gleichgewichtslage gebundenen strahlenden Elektrons kann also ohne Ergänzung durch nichtmechanische-nicht-elektrische Eigenschaften von den experimentellen Beobachtungen keine Rechenschaft geben.

Ein zweites berühmtes Modell des leuchtenden Atoms besteht aus einer positiven Zentralladung, die von negativen Elektronen elektrisch neutralisiert und nach dem Anziehungsgesetz vom umgekehrten Quadrat der Entfernung umkreist wird (*Rutherford*). Da hier, wie bei den Planetenbahnen, Umlaufzeit und Umlaufenergie, also Farbe und Intensität des ausgestrahlten Lichts voneinander funktionell abhängig sind<sup>1)</sup>, kann eine einfarbige scharfe Spektrallinie nur dann emittiert werden, wenn der Energieinhalt des kreisenden Elektrons die zu der Spektralfarbe gehörige bestimmte Energie hat. D. h. also wie oben: sobald das Elektron durch Ausstrahlung Energie verliert, muß aus unbekannten Gründen plötzlich die Strahlung aufhören. Auch dieses Atommodell ist also durch nichtmechanische-nichtelektromagnetische Vorstellungen zu ergänzen, um die Beobachtungen wiederzugeben.

§ 3. Während die vorigen Überlegungen nur die Unzulänglichkeit zweier spezieller mechanisch-elektrischer Modelle zeigen, erhebt sich ein viel gewichtigerer Feind der reinen Mechanik und Elektrodynamik in der *allgemeinen Theorie der Strahlungserscheinungen*, deren Resultate von allen speziellen Vorstellungen über Atomkonstitution unabhängig sind. Die Strahlungstheorie führt auf Grund einiger fundamentaler Beobachtungstatsachen, z. B. daß jeder Körper bei bestimmter Temperatur und stabilen chemischen Eigenschaften überhaupt ein bestimmtes Licht aussendet (Rotglut, Weißglut) zu dem Schluß, daß das Leuchten nicht in einer allmählichen kontinuierlich verlaufenden Energieausstrahlung bestehen kann, wie es jedes mechanisch-elektrische Modell zeigt, sondern in einem explosionsähnlichen Vorgang, bei dem das leuchtende Atom momentan eine beträchtliche Energiemenge ausstößt, um dann einige Zeit gar kein Licht zu emittieren. Die genauere Analyse der Fundamentalbeobachtungen führte zu dem Ergebnis, daß Energieemission mit der Lichtschwingungszahl  $\nu$  ( $\nu$  Schwingungen pro Sekunde) nur in

1) Die Gleichgewichtsbedingung: Zentrifugal- gleich Zentripetalkraft heißt:  $\frac{mv^2}{r} = \frac{e_+ e_-}{r^2}$ , oder, da  $v = 2\pi r \cdot \nu$ ,

$$(1) \quad m 4\pi^2 r^2 \nu^2 = e_+ \cdot e_- / r.$$

Die Energiegleichung: Gesamtenergie  $E$  gleich potentielle Energie  $\Phi$  plus kinetische  $K$  heißt:

$$(2) \quad E = \Phi + K = e_+ e_- / r + \frac{m}{2} (2\pi r \nu)^2.$$

Aus (1) und (2) folgt

$$\nu^2 = 8 E^3 / 27 e_+^2 e_-^2 m 4\pi^2 \text{ und } r^3 = e_+ e_- / 4 \pi^2 m \nu^2.$$

endlichen *Energiequanten* der Größe  $\epsilon = h \cdot \nu$  erfolgen kann (*Planck*); dabei ist  $h$  eine universelle Naturkonstante und hat den Wert  $h = 6,55 \cdot 10^{-27}$  erg. sec.  $h$  wird „Wirkungsquantum“ genannt. Die theoretische Ableitung des *Wirkungsgesetzes*  $\epsilon = h \cdot \nu$  aus einigen alltäglichen Beobachtungen an leuchtenden Körpern, bei denen durch das Zusammenwirken von Trillionen von Atomen alle feineren Einzelvorgänge verwischt sind, wurde erst nachträglich experimentell im Einzelnen gerechtfertigt, indem bei einer Reihe von Leuchtprozessen das wirkliche Auftreten von endlichen Energiëquanten  $\epsilon = h \nu$  nachgewiesen und gemessen werden konnte (s. u.). Dieser Erfolg der Theorie ist um so höher einzuschätzen, als das zunächst hypothetisch aufgestellte Wirkungsgesetz sich gegen eine Welt von scheinbar festbegründeten Tatsachen durchzukämpfen hatte, nämlich gegen die klassische Mechanik und Elektrodynamik, die, im Gegensatz zur Quantenemission  $\epsilon = h \cdot \nu$ , nur *kontinuierliche* Energieumsetzungen kennt und alle wenn auch noch so kleinen Energiebeträge  $\epsilon$  als zulässig erachtet. An eine Erklärung, d. h. eine Einfügung des Wirkungsgesetzes in unser bisheriges elektromagnetisch-mechanisches Weltbild, ist vorläufig gar nicht zu denken; wir können uns einstweilen nur darauf beschränken, ein möglichst großes Beobachtungsmaterial über quantenhafte Prozesse zusammenzutragen und so die aus Massenerscheinungen abstrahierten Gesetze am Einzelindividuum nachzuprüfen. Einige darauf ausgehende Experimentaluntersuchungen sollen im folgenden besprochen werden.

§ 4. *Phosphoreszenz*. Viele Metallsalze haben die Fähigkeit, nach Bestrahlung mit Licht gewisser Farbe („erregendes Licht“) noch einige Zeit im Dunkeln mit geänderter Farbe nachzuleuchten (Phosphoreszenzlicht). Die Dauer des Nachleuchtens kann wesentlich verkürzt werden durch Bestrahlung mit anderem Licht geeigneter Farbe (auslöschendes Licht), und auch durch Erwärmung des Phosphors. Jede neue Bestrahlung mit erregendem Licht bringt den Phosphoreszenzvorgang in unveränderter Stärke hervor; daraus folgt, daß die *Energie* des Phosphoreszenzlichts nur aus dem auffallenden Licht stammen und keineswegs schon *vor* der Bestrahlung in den Phosphormolekülen potentiell aufgespeichert sein kann, so daß etwa das erregende Licht nur katalytisch auslösend wirkte. Nach *Lenard* besteht die „Erregung“ des Phosphors darin, daß aus dem auffallenden Licht ein bestimmtes Spektralgebiet absorbiert (erregende Absorption) und die absorbierte Energie dazu verwendet wird, aus den Phosphormolekülen je ein Elektron loszureißen. Das Elektron lagert sich an andere „aufspeichernde“ Atome an: die Substanz ist „erregt“, d. h. sie steht zur Aussendung des Phosphoreszenzlichts bereit, sie ist mit Phosphoreszenzenergie „geladen“. Die „Auslöschung“ der Erregung, d. h. die Loslösung von den auf-



speichernden Atomen, geschieht infolge von Wärmebewegung, oder, wenn Licht geeigneter Farbe absorbiert (auslöschende Absorption) und die absorbierte Energie dazu benutzt wird, das Elektron von den aufspeichernden Atomen wieder loszutrennen. Es stürzt dann in das ursprüngliche Molekül zurück und sendet dabei das eigentliche Phosphoreszenzlicht aus. Während die bei jedem atomaren Einzelprozeß emittierte Lichtenergie allemal denselben Betrag hat (s. u.), zeigt die beobachtete Helligkeit der Phosphoreszenz nur die *Zahl* der gleichzeitig sich abspielenden Elementarprozesse an. Erregender, auslöschender und phosphoreszierender Spektralbereich können sich teilweise überdecken, doch liegt in der Regel das Intensitätsmaximum der Phosphoreszenz in langwelligerem Gebiet als das der Erregung (Stokesche Regel); beide werden eingerahmt durch ein ultrarotes und ein ultraviolettes Auslöschungsgebiet, ersteres wahrscheinlich den Schwingungen der aufspeichernden Atome, letzteres den Schwingungen der aufgespeicherten Elektronen entsprechend. Mit diesem Bild des Phosphoreszenzvorgangs stimmen folgende Hauptergebnisse der *Lenardschen* Beobachtungen überein: 1. Die erregende Absorption (d. h., welcher Bruchteil der auffallenden Lichtenergie abgefangen und zur „Erregung“ verbraucht wird) nimmt mit zunehmender Erregung (d. h. zunehmender Zahl der aufgespeicherten Elektronen im Verhältnis zur Zahl der noch nicht losgetrennten oder bereits zurückgekehrten) ab<sup>1</sup>). 2. Die auslöschende Absorption nimmt mit zunehmender Erregung zu. 3. Die bei der Erregung absorbierte Energie wird nahezu in ihrem vollen Betrage nachher als Phosphoreszenzlicht wiedergewonnen. (Keine Verluste bei der Aufspeicherung und durch Wärmebewegung.) 4. Die Farbe des Phosphoreszenzlichts ist unabhängig davon, welche *Farbe* man zur Erregung benutzt hat; das Phosphoreszenzlicht ist unpolarisiert. 5. Vergrößerung der auffallenden *Lichtintensität* hat nur insofern Einfluß auf den Phosphoreszenzvorgang, als sie den ganzen Phosphoreszenzprozeß beschleunigt, ohne aber Einfluß auf die *Farbe* des Erregungs-, Auslöschungs- und Phosphoreszenzgebietes zu haben (weil jeder Elementarprozeß unverändert bleibt und nur die *Zahl* der gleichzeitigen Prozesse variiert). 6. Die beim Zurückstürzen eines Elektrons im ganzen emittierte Phosphoreszenzlichtenergie hat mit großer Annäherung den Wert  $h \cdot \nu_0$ , wo  $\nu_0$  die Schwingungszahl der Phosphoreszenzfarbe bedeutet, welche am intensivsten ausgestrahlt wird. —

<sup>1</sup>) Kommen auf jedes cem  $N$  Ph.zentren, von denen in einem bestimmten Moment  $N'$  unerregt,  $N''$  erregt sind ( $N' + N'' = N$ ), und fällt auf den Körper die Lichtintensität  $J_0$  auf, so wird nach Durchlaufen einer Schicht von der Dicke  $D$  nur noch die Lichtintensität  $J = J_0 \cdot e^{-D(\epsilon N' + \alpha N'')}$  vorhanden sein: die Faktoren  $\epsilon$  und  $\alpha$  sind die Absorptionskoeffizienten der erregenden und der auslöschenden Absorption. Der absorbierte Lichtbetrag  $J_0 - J$  wird zur Erregung und Auslöschung des Phosphors verbraucht.

Die letzten Sätze (3) bis (6) tragen die charakteristischen Züge quantenhafter Vorgänge, wie wir sie noch mehrmals vorfinden werden. Um ihre Bedeutung klar zu erkennen, wollen wir überlegen, welche Vorgänge an ihrer Stelle nach der gewöhnlichen Elektrodynamik zu erwarten wären. Es falle eine Lichtwelle auf den Phosphor auf. Wenn seine Moleküle überhaupt die aufgefangene Energie zur Erregung benutzen, so müßte man erwarten, daß sämtliche Moleküle nach der *gleichen* Zeit mit der erforderlichen Energieaufspeicherung fertig wären, da die Belichtung bei allen zur gleichen Zeit begonnen hat. Die Aufspeicherungszeit würde man durch Schwächung der auffallenden Intensität beliebig verlängern können; wäre sie aber abgelaufen, so müßten im gleichen Moment plötzlich alle Trillionen Moleküle erregt und fähig sein, unter Phosphoreszenzemission zurückzustürzen. Statt dessen beobachtet man etwas ganz anderes: Die Zahl der voll erregten, also phosphoreszenzfähigen Moleküle nimmt von Anfang der Bestrahlung an allmählich und gleichmäßig zu, und zwar wird in gleichen Zeiten der gleiche Prozentsatz der unerregten Moleküle neu erregt. Die Zeit, die nötig ist, um *ein* Molekül zu erregen, liegt überdies auch bei beliebig schwachem Licht unterhalb der Beobachtungsgrenze. Es ist, als besitze die auffallende Lichtwelle der Schwingungszahl  $\nu$  nicht in ihrer ganzen Ausdehnung überall die gleiche Energiedichte, sondern bestehe aus einzelnen „Lichtatomen“ oder „Lichtquanten“, in denen je eine so beträchtliche Energie konzentriert ist, daß sie beim Auftreffen auf ein Molekül dasselbe in unmeßbar kurzer Zeit voll erregt, dagegen alle Moleküle unerregt läßt, an denen das Lichtatom in gewisser Entfernung vorbeifliegt. Da jedes Phosphoreszenzzentrum mindestens die Energie  $h \cdot \nu_0$  braucht, um sie nachträglich wieder als Phosphoreszenzlicht abzugeben, hätte man den Lichtquanten mit der Schwingungszahl  $\nu$  die Energie  $\epsilon = h \cdot \nu$  zuzuschreiben (Lichtquantenhypothese, *Einstein, Stark*). Die Stokesche Regel  $\nu > \nu_0$  würde dann besagen  $h \nu > h \nu_0$ , d. h. die erregenden Lichtquanten  $h \nu$  müssen größer sein als die später wiederzugewinnenden Quanten  $h \nu_0$ , damit Phosphoreszenz zustande kommt. Die Lichtquantenhypothese steht natürlich im schärfsten Gegensatz zu allen optischen Erfahrungen oder kann nur durch so künstliche Zusatzhypthesen mit der Optik in Einklang gebracht werden, daß man in ihr wohl nicht mehr als ein heuristisches Prinzip sehen darf, das zugleich zeigt, wie ratlos wir gegenwärtig dem Problem des Leuchtens gegenüberstehen. Eine andere Deutung der Beobachtung, daß auch unter sehr schwacher Lichtbestrahlung die Phosphoreszenzerregung bei einzelnen Molekülen sofort, bei anderen erst später einsetzt, besteht darin, daß man eine gewisse „Disposition“ zur Erregung bei den Molekülen als erforderlich annimmt, die nach den Gesetzen des Zufalls bald

diesen, bald jenen Molekülen zukommen soll. Freilich wird auch durch die Dispositionshypothese die Schwierigkeit nicht vermieden, daß die gerade disponierten Moleküle, um genügend schnell genügend viel Licht aufzufangen, den andern ihr Licht wegnehmen müssen<sup>1)</sup>, wenn, wie es sichergestellt ist, das Phosphoreszenzlicht seine Energie aus dem auffallenden Licht schöpft.

Die gleichen Phosphoreszenzerscheinungen zeigen sich übrigens auch dann, wenn man den Phosphor nicht mit Licht bestrahlt, sondern ihn mit Elektronen (Kathodenstrahlen) bombardiert. Dieser Effekt soll jedoch im nächsten Paragraphen mitbehandelt werden.

§ 5. *Fluoreszenz*. Die Dauer des merklichen Nachleuchtens schwankt bei verschiedenen Phosphoren zwischen weiten Grenzen, Bruchteilen von Sekunden bis zu Monaten. Ist sie unmeßbar klein, so spricht man von *Fluoreszenz*. Die Eigenschaft, zu fluoreszieren, d. h. während der Bestrahlung mit geeignet gefärbtem erregenden Licht eine andere Farbe selbständig auszusenden, haben mehr oder weniger alle Körper. Die einfachsten Fluoreszenzerscheinungen zeigen sich im Gebiet der *Röntgenstrahlen*, die als äußerst schnellschwingende Lichtwellen anzusehen sind, etwa tausendmal so schnell als gewöhnliches Licht. Läßt man Röntgenstrahlen von möglichst kleiner Schwingungszahl auf einen Körper, z. B. Eisen, fallen, so werden sie im Eisen etwas absorbiert und zerstreut, ohne daß etwas Besonderes geschieht. Erhöht man jetzt beständig die Schwingungszahl  $\nu$  des auffallenden Röntgenlichts, so wird das Eisen von einem ziemlich scharf definierten kritischen  $\nu$  an plötzlich die auffallende Strahlung stark absorbieren und auf ihre Kosten sekundär eine scharfe Spektrallinie der Schwingungszahl  $\nu_0$  aussenden (charakteristische Sekundärstrahlung, *Barkla, Moseley*). Die Sekundärstrahlung  $\nu_0$  tritt erst dann auf, wenn das auffallende  $\nu$  um einige Prozent größer als  $\nu_0$  ist, d. h. nach der Lichtquantenhypothese, wenn die erregenden Quanten  $h\nu$  etwas größer als die Sekundärstrahlungsquanten  $h\nu_0$  sind. Wächst  $\nu$ , so behält  $\nu_0$  seinen Wert unverändert bei, nur nimmt die Intensität der  $\nu_0$ -Emission (= Zahl der emittierenden Zentren) und der  $\nu$ -Absorption schnell ab, je mehr  $\nu$  das  $\nu_0$  übertrifft. Die charakteristische Sekundärstrahlung ist eine typische Phosphoreszenzerscheinung: das ausgestrahlte Licht ist unpolarisiert, seine Farbe ist unabhängig von der Intensität und Farbe des erregenden Lichtes, der absorbierte Bruchteil des erregenden Lichtes wird nahezu vollständig als Fluoreszenzlicht wiedergewonnen, und die Stokessche Regel  $\nu > \nu_0$  ist erfüllt. Im Gegensatz zum Phosphoreszenzgebiet ist aber die

Röntgenfluoreszenz auf eine scharfe *Linie*  $\nu_0$  zusammengeschrumpft, während das Erregungsgebiet von dem kritischen  $\nu > \nu_0$  bis zu den kürzesten Wellen reicht. Während ferner bei den gewöhnlichen Phosphoreszenzerscheinungen die Art der Bindung der Phosphoreszenzatomte in den Molekülen eine große Rolle spielt, ist die charakteristische Röntgenfluoreszenz eine reine Eigenschaft des Atoms. Man hat es hier offenbar mit der Lostrennung von Elektronen zu tun, die besonders stark im Innern des Atoms festgebunden sind, wie aus der großen beim Zurückstürzen gewonnenen Arbeit  $h\nu_0$  hervorgeht ( $\nu_0$  ist etwa 1000mal so groß als das  $\nu$  sichtbaren Lichts). Die Phosphoreszenzelektronen scheinen dagegen mehr an der Oberfläche der Atome zu sitzen, so daß benachbarte Atome und Moleküle den ungestörten Prozeß trüben (s. u.). Jedes chemische Element (von Al aufwärts) besitzt eine besondere Schwingungszahl  $\nu_0$ , die schweren Atome sogar mehrere. Beleuchtet man mit dem einfarbigen charakteristischen Eisenlicht  $\nu_0$  ein zweites Element, etwa Aluminium, dessen  $\nu_0$  kleiner als das Eisen- $\nu_0$  ist, so wird das Aluminium- $\nu_0$  hell sekundär aufstrahlen; dagegen sendet Eisen selbst bei Bestrahlung mit Eisenlicht  $\nu_0$  kein sekundäres Eisenlicht  $\nu_0$  aus, entsprechend der Stokesschen Regel.

Es gibt noch eine zweite Methode zur Hervorbringung der charakteristischen Röntgenstrahlung, nämlich ein Bombardement des betreffenden Körpers mit *Elektronen* (Kathodenstrahlen). Geradeso wie vorher zur Aufspeicherung der Fluoreszenzenergie  $h\nu_0$  die *Schwingungszahl*  $\nu$  des auftreffenden Lichts, d. h. die Größe seiner Lichtenergiequanten  $h\nu$ , einen bestimmten Grenzwert überschreiten mußten, so muß hier die *Energie*  $\epsilon$  der auftreffenden Elektronen einen kritischen Wert  $\epsilon_c$  überschreiten, um wirksam zu sein. Die Messung (*Whiddington*) ergab die wichtige Beziehung:  $\epsilon_c$  ist etwas größer als  $h \cdot \nu_0$ . Wir finden also hier unser elementares Wirkungsgesetz  $\epsilon = h\nu$  wieder; die beobachtete Abweichung liegt, wie oben, gerade in der nach der Stokesschen Regel zu erwartenden Richtung, daß zur Aufspeicherung der Fluoreszenzenergie  $h\nu_0$  ein etwas größerer Energiebetrag  $\epsilon_c = h\nu > h\nu_0$  aufgewendet werden muß. Auftreffende Lichtquanten und Elektronen können sich also, falls sie gleiche Energie enthalten, scheinbar gegenseitig vertreten.

§ 6. Analoge Fluoreszenzerscheinungen finden sich auch im Gebiet des *sichtbaren* Lichts. Nur hat man es hier mit Elektronen zu tun, die nahe der Atomoberfläche sitzen und daher durch äußere Einflüsse, Druck- und Temperaturänderung, Beimischung fremder chemischer Stoffe, leicht in ihren Schwingungen, also auch in der Farbe des ausgesandten Lichtes, gestört werden. Besonders eingehende Untersuchungen sind am fluoreszierenden Quecksilberdampf gemacht worden; *R. W. Wood* fand, daß sehr verdünnter *Hg*-

<sup>1)</sup> Daß nach *Lenard* die „lichtabsorbierenden“ Querschnitte bei manchen Phosphoren 20 bis 30 mal so groß als die Atomquerschnitte sind, hebt diese Schwierigkeit nicht, da die ersteren unter der Annahme berechnet sind, daß fortdauernd alle unerregten Moleküle absorbieren.

dampf eine scharfe Fluoreszenzlinie  $\nu_0$  mit der Wellenlänge  $\lambda_0 = 253,6 \mu\mu$  besitzt, die bei Bestrahlung mit Licht noch kürzerer Wellenlänge eines Bereiches um  $\lambda = 186 \mu\mu$  hell aufleuchtet, dagegen im Licht, dessen Schwingungszahl  $\nu$  noch näher an  $\nu_0$  liegt oder gar kleiner als  $\nu_0$  ist, ganz unbeeinflusst bleibt. Daß wir es hier mit einer echten Fluoreszenzerscheinung zu tun haben, geht daraus hervor, daß das sekundäre Licht  $\nu_0$  keine Spur von Polarisation zeigt (im Gegensatz zu den „Resonanzerscheinungen“ s. u. § 7), und daß mit zunehmender Reinheit des Dampfes, d. h. abnehmenden störenden Einflüssen, mehr und mehr die ganze auffallende Energie als Fluoreszenzlicht wiedergewonnen wird.

Wie die Röntgenfluoreszenz, so läßt sich auch die Fluoreszenz im sichtbaren Lichtgebiet durch *Elektronenstöße* hervorrufen. *J. Frank* und *G. Hertz* entdeckten vor kurzem, daß zur Ionisierung des *Hg*-Dampfes, d. h. zur Abtrennung eines Elektrons aus jedem *Hg*-Atom, die auftreffenden Elektronen mindestens mit einer kritischen Energie  $\epsilon_c$  aufprallen müssen, wobei  $\epsilon_c$  gerade gleich  $h\nu_0$  und  $\nu_0$  die Schwingungszahl obiger Fluoreszenzlinie  $\lambda = 253,6$  ist. Tatsächlich beobachteten sie weiter, daß unter diesem Elektronenanprall das Fluoreszenzlicht  $\nu_0$  ausgesandt wird. Wahrscheinlich muß aber die dazu nötige Aufprallenergie, wie es nach der Stokesschen Regel und der Äquivalenz von auftreffender Elektronenenergie und Lichtquantenenergie zu erwarten ist, etwas größer als  $h\nu_0$  sein; jedenfalls fanden *Frank* und *Hertz* deutliches Leuchten erst bei überkritischer Aufprallenergie  $\epsilon > h\nu_0$ .

§ 7. Von der Fluoreszenz scharf zu unterscheiden sind die *Resonanzerscheinungen*, die *Wood* entdeckt hat. Während bei der Fl. die Erregung in einem mehr oder weniger breiten Gebiet  $\nu$  erfolgt, dessen Schwingungszahlen größer als  $\nu_0$  sind, während ferner das Fluoreszenzlicht vollständig unpolarisiert ist, zeigt das Resonanzlicht starke Polarisation, und zu seiner Erzeugung muß das auffallende Licht mit dem Resonanzlicht bis auf einen außerordentlichen Grad von Genauigkeit übereinstimmen. Beim Jod fand *Wood* z. B., daß gewisse Resonanzlinien noch keine Spur erregt werden, wenn die erregende Lichtwellenlänge nur um  $\frac{1}{100} \mu\mu = 10^{-9}$  cm differiert; das wäre akustisch fehlende Resonanz bei zwei Tönen, die um  $\frac{1}{10000}$  „Ton“ dissonieren ( $\frac{1}{4}$  „Ton“ hat das Schwingungszahlverhältnis  $\frac{4}{5}$ ). Interessant ist, daß bei Bestrahlung mit  $\nu_0$  Licht oft nicht nur die Linie  $\nu_0$ , sondern noch eine Reihe anderer Linien  $\nu_1 \nu_2 \dots$  auftreten, die offenbar mit  $\nu_0$  irgendwie gekoppelt sind; erregt man irgend eine Linie dieser Gruppe, so erscheinen auch die andern mehr oder weniger hell, darunter auch die schneller schwingenden Linien. Daraus erklären sich die früher oft beobachteten „Ausnahmen“ gegen die Stokessche Regel; man hatte es dabei eben nicht mit Fluoreszenz, sondern mit Resonanz zu tun.

§ 8. Die bisher festgestellte Äquivalenz der zwei Energieformen: Licht  $\nu$  (Lichtquanten  $h\nu$ ) und Elektronenstoßenergie  $\epsilon$ , wenn  $\epsilon = h\nu$ , findet sich bei der Energieemission wieder. Der bei der Phosphoreszenz direkt gemessenen und bei der Fluoreszenz mit großer Wahrscheinlichkeit analog vermuteten Emission von Lichtenergie in Beträgen  $h\nu_0$  geht eine *Emission von Elektronen* parallel, deren Energie  $\epsilon$  ebenfalls in quantentheoretischem Zusammenhang mit einer Lichtschwingungszahl  $\nu$  steht, wie zuerst *Einstein* vermutete. Man beobachtete, daß auffallendes Röntgenlicht  $\nu$  gleichzeitig mit der Auslösung der Sekundärstrahlung  $\nu_0$  noch *Elektronen* aus dem bestrahlten Körper freimacht (*Sekundäre Kathodenstrahlen*, *Dorn, Beatty*). Auch dieser Effekt setzt erst bei bestimmtem  $\nu$  ein, und zwar bei demselben kritischen  $\nu$ , bei dem auch die sekundäre Röntgenstrahlung beginnt. Nach einer Meßreihe von *Sadler* ist überhaupt bei jeder auffallenden Röntgenfarbe das Verhältnis zwischen der in Form von Elektronen ausgestrahlten Energie und der gleichzeitigen sekundären Röntgenenergie nahezu konstant (und zwar nicht viel verschieden von Eins). Über die genauen *Anfangsgeschwindigkeiten* der abgetrennten Elektronen herrscht noch keine Übereinstimmung. Sind die emittierten Elektronen dieselben, welche, wenn sie zurückstürzen, die sekundäre Fluoreszenzstrahlung hervorbringen und dabei die Energie  $h\nu_0$  abgeben, so müßte man erwarten, daß die gleiche oder etwas größere Energie nötig ist, um sie vom Atom loszureißen, daß sie aber dann ohne Geschwindigkeit neben dem Atom liegen bleiben<sup>1)</sup> und eventuell nach einiger Zeit alle wieder zurückstürzen können. Statt dessen wird beobachtet, daß sie mit Energien fortfliegen, die nicht erheblich kleiner als  $h \cdot \nu$  sind, wo  $\nu$  die *erregende* Lichtschwingungszahl ist, daß also ihre Anfangsgeschwindigkeit weder  $= 0$  noch etwa eine Funktion von  $\nu_0$  ist. Man hat es hier offenbar mit einem zweiten Effekt zu tun, der sich wieder besonders gut nach der Lichtquantenhypothese deuten läßt: Ein Teil der neben den Atomen liegen bleibenden losgelösten Elektronen wird nach einiger Zeit zurückstürzen, ein anderer Teil wird vorher von einem zweiten Lichtquantum  $h\nu$  getroffen und fliegt auf dessen Kosten mit der kinetischen Energie  $\epsilon = h\nu$  fort. Natürlich ist damit über den Mechanismus des Vorgangs nicht das geringste ausgesagt.

§ 9. Ganz analoge Erscheinungen finden sich wieder im Gebiet des gewöhnlichen Lichts. Der sichtbaren Fluoreszenzemission (§ 5) geht eine Emission von Elektronen parallel (Lichtelektrischer Effekt, *Hallwachs, Pohl und Pringsheim*). Auch

<sup>1)</sup> Die elektromagnetisch berechnete Kraft aller verfügbaren Lichtquellen reicht nicht im entferntesten aus, um das Elektron *sofort* aus dem Atominnern herauszureißen, sondern es kann den kritischen Energiebetrag erst durch allmähliche Steigerung seiner Amplitude erhalten. Wenn es zum erstenmal die kritische Amplitude erreicht hat, hat es dabei annähernd die Geschwindigkeit Null.

hier hängen die Anfangsgeschwindigkeiten der lichtelektrischen Elektronen wesentlich von der auftreffenden Schwingungszahl  $\nu$  ab; man findet Energiewerte, die entsprechend der Stokesschen Regel um einige Prozent hinter dem quantentheoretischen Wert  $h \cdot \nu$  zurückbleiben (*Hughes, Richardson*). Dabei hängen die *Geschwindigkeiten* der lichtelektrischen Elektronen nicht von der *Intensität* des auffallenden Lichts ab, sondern allein von seiner Farbe  $\nu$ ; nur die *Zahl* der pro Zeiteinheit ausgesandten Elektronen hängt von der Intensität ab und ist ihr direkt proportional. Um die Merkwürdigkeit der bei den sekundären Kathodenstrahlen und dem lichtelektrischen Effekt geltenden Gesetze zu erkennen, wollen wir wieder überlegen, was an ihrer Stelle nach mechanisch-elektromagnetischen Anschauungen zu erwarten ist, wenn, wie als festgestellt anzunehmen ist, die lichtelektrische Elektronenenergie aus dem auffallenden Licht stammt. Nach gewöhnlichen Vorstellungen wird das im Atom gebundene Elektron durch die auffallenden Lichtwellen in Schwingungen geraten, d. h. Energie auffangen, zugleich aber selbst wieder ausstrahlen. Die Loslösung aus dem Atom möge geschehen, wenn die Entfernung des Elektrons von seiner Gleichgewichtslage einen kritischen Betrag überschreitet oder, was auf dasselbe hinauskommt, wenn seine Energie einen gewissen Wert  $\epsilon_c$  erreicht (dessen Betrag nahe bei  $h\nu_0$  liegen muß, weil  $h\nu_0$  die bei der Lostrennung geleistete Arbeit darstellt, § 6). Bei ungestörter Lichtanregung wird sich mit der Zeit ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Energieein- und -ausstrahlung herstellen, so daß das Elektron schließlich eine gewisse Energie  $\bar{\epsilon}$  enthält, deren Betrag mit abnehmender Intensität des erregenden Lichts beliebig verkleinert werden kann. Durch genügende Verminderung der auffallenden Intensität (Entfernung von der Lichtquelle) kann daher dieses  $\bar{\epsilon}$  unter den kritischen Wert  $\epsilon_c$  gebracht werden, so daß das Elektron sich *nie* vom Atom losreißen wird. Die experimentelle Beobachtung des lichtelektrischen Effekts geschieht aber gerade bei Intensitäten, die unter der Annahme normaler Ausstrahlung theoretisch bei weitem nicht zur Erreichung der kritischen Energie  $\epsilon_c \sim h\nu_0$  genügen würden. Sogar wenn angenommen wird, daß nur Energieeinstrahlung und keine Ausstrahlung des Elektrons vorhanden ist, würde man die *Ansammlungszeit* der Energie  $\epsilon_c$  dadurch bei jedem Atom beliebig verlängern können, daß man sehr schwaches Licht aufstrahlt; hätte dieses genügend lange gewirkt, so müßte im selben Moment in allen Atomen die Energieaufspeicherung fertig sein und plötzlich aus allen Trillionen Atomen die Elektronen befreit werden. In Wirklichkeit beobachtet man aber auch bei sehr schwachem Licht, daß schon nach unmeßbar kurzer Zeit die Befreiung einzelner Elektronen stattfindet, derart, daß sich die eigentlich am *Schluß* der Aufspeicherungszeit erwartete lichtelektrische Explosion

über die ganze Zeit gleichmäßig verteilt. Nehmen wir aber immerhin an, ein Elektron sei aus dem Atom befreit; dann wird es nach der Elektrodynamik unter dem Einfluß der auftreffenden Welle  $\nu$  hin und her geschüttelt und wird dabei Energie aufnehmen und ausstrahlen. Dagegen ist absolut nicht einzusehen, warum es plötzlich geradlinig fortfliegt, noch dazu mit einer Energie  $h \cdot \nu$ , deren Größe gar nicht von der Stärke, sondern nur von der Schwingungszahl der auffallenden Lichtwelle abhängt. Will man die Lichtquantenhypothese, welche diesen Erscheinungen gerecht wird, aber mit andern optischen Erfahrungen unvereinbar scheint, vermeiden, so bleibt nur übrig, anzunehmen, daß durch gewisse unbekannte Vorgänge die gesamte von den Trillionen Atomen absorbierte Lichtenergie jederzeit sämtlichen Atomen zur Verfügung steht und in einzelnen zufällig besonders „disponierten“ Atomen zur Auslösung gelangt und dort den lichtelektrischen Prozeß hervorbringt. Freilich spricht gegen diese Dispositionshypothese die Tatsache, daß auch in Gasen, bei denen die einzelnen Atome nur verhältnismäßig selten in Wechselwirkung treten, ein lichtelektrischer Effekt vorhanden ist.

§ 10. Aus allem geht hervor, daß wir in den besprochenen Quanteneffekten Erscheinungen vor uns haben, die der Einordnung in unser elektromagnetisches Weltbild vollkommen widerstehen. Nun sind schon seit längerer Zeit andere Tatsachen bekannt, von denen dasselbe gilt. Bereits die Existenz von Elektronen, in denen endliche Ladungen auf engem Raum konzentriert sind, ohne daß deren enorme Abstoßungskräfte zur Zersprengung der Ladung führen, zeigt fremde Wirkungen an, welche die elektrischen Kräfte aufheben. Vor allem aber die Tatsache, daß die positiven und negativen Elementarladungen nur in ganz bestimmten Konfigurationen, die wir chemische Atome nennen, vorkommen, welche sich, wie die radioaktiven Prozesse lehren, gegenseitig reproduzieren, und deren Eigenschaften, quantenhafte Licht- und Elektronenemission, sich elektromagnetisch nicht erklären lassen, deutet auf Vorgänge hin, von deren „Mechanismus“ wir uns auch nicht den allergeringsten Begriff machen können. Das einzige, was wir von ihnen wissen, ist, soweit rein periodische Prozesse mit einer wohldefinierten Schwingungszahl  $\nu$  in Betracht kommen, die Gültigkeit des Planckschen Wirkungsgesetzes  $\epsilon = h \cdot \nu$ . Es wurde oft diskutiert, ob das Wirkungsgesetz in einer Eigenschaft der Atome beruht oder bereits dem Vakuum zuzuschreiben ist. Demgegenüber hat *A. Sommerfeld* das Programm aufgestellt, umgekehrt aus der Gültigkeit des Quantengesetzes das Dasein der chemischen Atome begreifen zu lernen.

#### Literatur.

- Beatty*, Proc. Roy. Soc., A 87, 511, 1912.  
*Barkla und Sadler*, Phil. Mag. 16, 550, 1908.  
*Bohr*, Phil. Mag. 26, 1, 1913.  
*Einstein*, Ann. d. Phys. 17, 132, 1905.

Frank und Hertz, Verh. d. deutschen Phys. Ges. 13, 967, 1911; 15, 34, 1913; 16, 457, 1914; 16, 512, 1914.

Hughes, Phil. Mag. 25, 683, 1913.

Moseley und Darwin, Phil. Mag. 26, 1024, 1913; 27, 703, 1914.

Lenard, Heidelberger Akademie 1912—1914.

Richardson, Phil. Mag. 26, 549, 1913.

J. Stark, Phys. Ztschr. 8, 881, 1907; 14, 562, 1913; 14, 961, 1913.

Wood, Phys. Ztschr. 6, 903, 1905; 10, 425, 1909; 10, 466, 1909; 13, 353, 1912; 13, 177, 1912; 13, 1189, 1912.

Whiddington, Proc. Roy. Soc. A 86, 370, 1912.

Dazu folgende Bücher, in denen sich viele weitere Literatur findet:

Konen, Das Leuchten der Gase und Dämpfe, Sammlung „Wissenschaft“ Nr. 49.

Planck, Vorlesungen über Wärmestrahlung, 2. Aufl. 1913.

Pohl, Die Physik der Röntgenstrahlen, Sammlung „Wissenschaft“ Nr. 45.

Pohl und Pringsheim, Die lichtelektrischen Erscheinungen, Vieweg, 1914.

Stark, Elektrische Spektralanalyse chemischer Atome, Physikalische Bibliothek Nr. 1, S. Hirzel, 1914.

## Chimären und Pfropfmischlinge.

Von Privatdozent Dr. Johannes Buder, Leipzig.

(Fortsetzung.)

Über die wichtigsten bisher bekannten Chimären, die ihr Dasein einer Pfropfung verdanken, orientiert die Tabelle, in der sie in der Reihenfolge ihres Bekanntwerdens angeordnet sind. Äußerlich kann man ihnen allen die Doppelnatur nicht ansehen wie etwa den Sektoralchimären. Sie erscheinen in ihrer morphologischen Gliederung vollständig einheitlich und die Ausgestaltung der Organe läßt eine Mittelstellung zwischen den Komponenten erkennen, z. B. in Form und Größe der Blätter, Farbe und Gestalt der Blüten u. a. m.

Ist der Gesamtwuchs der beiden Partner verschieden, so nähert sich der Mischling sehr der Kernkomponente, von der ja die Hauptgewebemasse des Stammes geliefert wird (Laburnum Adami), bei den Blattorganen treten hingegen infolge ihrer flächenhaften Ausgestaltung die Mantelschichten als formbestimmende Faktoren in den Vordergrund. Da macht sich schon eine fremde Epidermis deutlich geltend, wenn wesentliche Unterschiede in der Größe, Form oder Farbe der Komponenten bestehen. Dafür bieten die historischen, wie die Winklerschen Pfropfmischlinge, mannigfache Beispiele: In den Blütenblättern des L. Adami umschließt die rote Geißklee-Epidermis das lockere, gelbe Füllgewebe des Goldregens, so daß eine eigentümliche Mischfarbe resultiert. Die Größe der Laubblätter wird durch die fremde Haut, deren Wachstum auf viel kleinere Blätter abgestimmt ist, auf die Hälfte reduziert. Bei den Crataegomespilis ist bereits eine einzige periphere Mispelschicht imstande, die scharfen Ecken der Crataeguskomponente abzurunden (Fig. 5). Beteteiligt sich am Aufbau des Blattes noch eine zweite Mispelschicht, so gleicht das Blatt dieser

Komponente völlig und ist nur durch die Größe von ihr unterschieden. Ein artfremder Mantel braucht nicht stets im „negativen“ Sinne, also hemmend und abrundend, zu wirken, sondern kann sich auch „positiv“, durch Vergrößern der Organe, betätigen, wie der Vergleich des Crataegus mit dem Crataegomespilus Dardari zeigt (Fig. 5). Ähnliches ist unter Umständen auch schon an haplochlamyden Chimären zu beobachten. So

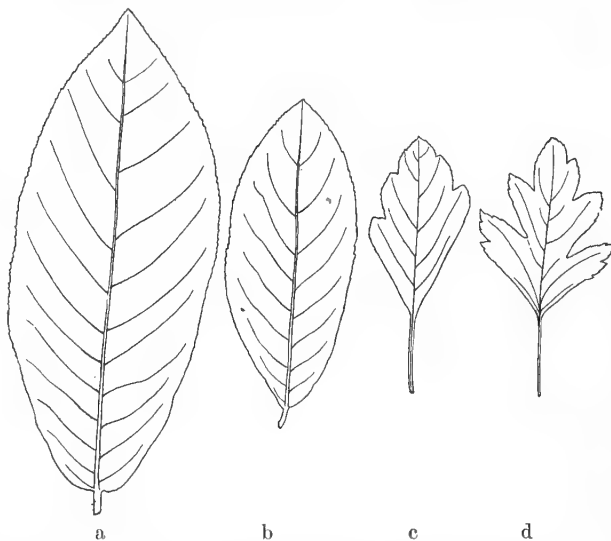


Fig. 5. Blätter der Crataegomespili von Bronvaux und ihrer Komponenten. a) Mespilus germanica, d) Crataegus monogyna, b) Cr.-Mesp. Dardari mit zwei äußeren Mispelschichten, c) Cr.-Mesp. Asnieresii mit 1 äußeren Mispelschicht.

ist z. B. der Kelch von L. Adami bedeutend größer als der des Goldregens (vgl. auch Fig. 7), und im Solanum Tubingense vermag die Tomatenepidermis eine ansehnliche Zähnung des Randes zu bewirken, während typische Nachtschattenblätter einen fast glatten Rand besitzen. Bei Solanum proteus hingegen, einer diplochlamyden Form, können sich die Blätter schon sehr der Tomatengestalt nähern (Fig. 6).

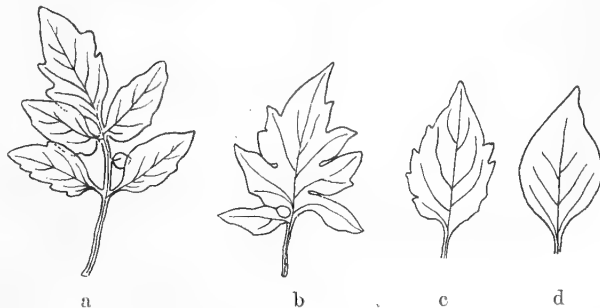


Fig. 6 (nach Winkler). a) Solanum Cycopersicum (Tomate), b) Sol. proteus (mit zwei äußeren Tomatenschichten auf Nachtschattengewebe), c) Sol. tubingense (mit einer äußeren Tomatenschicht auf Nachtschattengewebe), d) Sol. nigrum (Nachtschatten).

Im allgemeinen bewegt sich die Formbildung des Mischlings auf der mittleren Linie eines Kompromisses zwischen den Wachstumstendenzen der beiden Partner, so daß hier dieser, dort jener,



bald zu ausgiebigerem Wachstum gelangt, bald zesse auf dem Wege einer komplizierteren Reizkette realisiert werden, so können wir doch das daran verhindert wird. Mögen auch diese Pro-

*Tabellarische Übersicht über die wichtigsten auf dem Wege der Ppropfung entstandenen Periklinalchimären<sup>1)</sup>.*

Name und Entstehung:	Bei der Ppropfung diente als Unterlage	als Reis	Zusammensetzung
<i>Laburnum Adami</i> entstand spontan 1826 aus einer nicht recht geglückten Ppropfung des Gärtners Adam.	Laburnum vulgare (Goldregen)	Cytisus purpureus (Purpur-Geißklee)	Nach Buder nur eine äußere C. purpureus-Schicht und alles Innere Lab. vulgare.
<i>Die Crataegomespili von Bronvaux</i> entstanden vor einigen Dezennien in Br. bei Metz spontan an der Verwachsungsstelle des fast hundertjährigen Ppropfsystems a) Cr. Asnieresii (weißdornähnlich), b) Cr. Dardari (mispelähnlich).	Crataegus monogyna (Weißdorn)	Mespilus germanica (Mispel)	Beide Formen haben nach Baur und H. Mayer einen Crataeguskern, der überzogen ist von einem bei a) einschichtigen Mespilismantel " b) zwei- " "
<i>Die Crataegomespili von Lagrange</i> , die kürzlich durch Daniel bekannt wurden, scheinen ein völliges Analogon zu den beiden Formen von Bronvaux zu sein.	"	"	"
<i>Der Birnen-Quittenmischling des Frère Henri</i> entstand etwa 1903 in Rennes und wurde durch Daniel bekannt. Eine genauere Untersuchung steht noch aus.	Cydonia (Quitte)	Pirus (Birne)	Vermutlich eine Quittenschicht auf einem inneren Birnengewebe.
<i>Die Solanummischlinge Winklers</i> wurden experimentell in den Jahren 1907/9 erzeugt. a) Solanum tubingenense, b) Solanum proteus, c) Solanum Koelreuterianum, d) Solanum Gaertnerianum <sup>2)</sup> .	S. lycopersicum (Tomate)	S. nigrum (schwarzer Nachtschatten)	Nach Winkler Außenschichten      Inneres 1. Sch. S. lycopers.      S. nigrum. 1. u. 2. Sch. S. lycopers.      S. nigrum. 1. Sch. S. nigrum.      S. lycopers. 1. u. 2. Sch. S. nigrum.      S. lycopers.
<i>Die Solanummischlinge Heuers</i> wurden experimentell im Jahre 1910 erzeugt. Mischling I Mischling II	S. lycopersicum (Tomate) "	S. melongena (Eierfrucht) S. dulcamara (Bittersüß)	Vermutlich nur die Epidermis von S. melongena, Inneres Tomate. Epidermis von der Tomate Inneres von S. dulcamara.
<i>Der Populusmischling Baur's</i> , experimentell erzeugt 1911.	Populus canadensis	P. trichocarpa.	Nur die Epidermis von P. trichocarpa, Inneres von P. canadensis.

Anhangsweise seien noch

die *Bizarrien* genannt. Es sind Periklinalchimären (teilweise vielleicht auch sektorale Ch.) zwischen verschiedenen Citrusarten: *Pomeranze*, *Citrone*, *Cedrate*, *Limette*. Die erste sichere Nachricht über sie datiert aus Florenz 1644. Sie erregten die Aufmerksamkeit der Zeitgenossen durch die mannigfache sektorale und periklinale Zusammensetzung ihrer Früchte. Die meisten dieser Formen sind jetzt verschollen, einzelne jedoch noch in Kultur, bisher aber noch nicht näher untersucht.

<sup>1)</sup> Die wichtigste Literatur darüber findet sich in dem auf Seite 6 zitierten Aufsatz von Buder. In Ergänzung dazu seien noch genannt: Für *Lab. Adami*: Buder, Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. 28 (1910), S. 188 u. Ztschr. f. indukt. Abst. u. Vererbungslehre Bd. V (1911), S. 209—284 (ausführliche Arbeit). Für die *Crataegomespili* von Br.: H. Mayer, Ztschr. f. indukt. Abst. usw. Bd. XI (1914), (erscheint demnächst). Für die *Crataegom. v. Lagrange*: Daniel, Compt. rend. Paris T. 149 (1909). Für den *Birnen-Quittenmischling*: Daniel, Rév. gén. Bot. T. XVI (1904). Für die *Wink-*

*lerschen Solanum-Mischlinge*: Winkler, Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. 28 (1910), S. 116/17. Für die *Mischlinge Heuers*: Heuer, Gartenflora Bd. 59 (1910), S. 434. Für den *Populusmischling*: Baur, IV. Confé. intern. de génétique Paris 1911. Compt. rend. et rapports Paris 1913, S. 193. Für die *Bizarrien*: Strasburger, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 44 (1907), S. 539 ff. Penzig, Annali di Agricoltura 1887.

<sup>2)</sup> Über das Wesen eines 5. Mischlings (*S. Darwinianum*) liegen noch keine sicheren Mitteilungen vor.



Resultat schon unter dem mehr mechanischen Gesichtspunkte eines Gleichgewichtszustandes zwischen den während des Auswachsens wirksamen Gewebespannungen der verschiedenen Schichten verstehen. Das gilt auch für solche Bildungen der Mischlinge, die von *beiden* Komponenten verschieden sind. So konnte der Verf. nach diesem Gesichtspunkte eine scheinbare morphologische Neubildung an der Fahne der Adamiblüte erklären, die an der Basis ein beiden Partnern fehlendes Läppchen besitzt<sup>1)</sup>. In die gleiche Kategorie gehört auch die ausgiebige Rückwärtskrümmung dieses Blütenblattes, die in der Fig. 7 b auffällt. Die schon beim Geißklee vorhandene Tendenz kommt auf der größeren Fläche des Goldregenblattes noch mehr zur Geltung.

In allen Fällen aber bewahren die Zellen der fremden Schichten trotz der innigsten Lebensgemeinschaft und weitgehendster Korrelation aller Wachstumsprozesse streng ihren spezifischen Charakter. Was für die gewöhnliche Art der Pflropfsymbiosen in dem ersten Abschnitt über

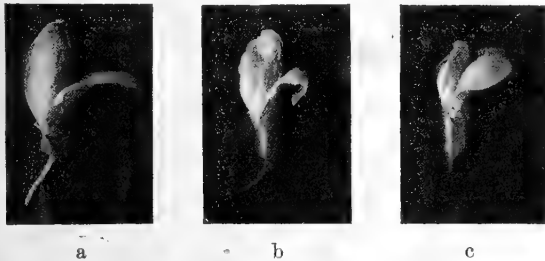


Fig. 7. Blüten von a) Laburnum vulgare (Goldregen), b) Lab. Adami, c) Cytisus purpureus (Purpur-Geißklee).

diesen Punkt ausgeführt wurde, gilt mutatis mutandis in diesem speziellen Falle. Die Zellkerne, die man als Träger der spezifischen Eigenschaften anzusehen pflegt, bleiben völlig unverändert. Das hat sich am L. Adami und an den Crataegomespilis gezeigt, noch sinnfälliger bei den Winklerschen Solanummischlingen, bei denen die Zahl der Chromosomen in den Zellkernen der einen Komponente 24, in denen der anderen 72 beträgt<sup>2)</sup>. Über sonstige charakteristische Zellbestandteile liegen bisher nur des Verf. Untersuchungen am Lab. Adami vor. Hier sind Gerbstoffe, Farbstoffe, Enzyme und ähnliche Körper streng an die arteigenen Zellen gebunden und können so den Nachweis der Zugehörigkeit einer bestimmten Zelle zu dieser oder jener Komponente bedeutend erleichtern.

<sup>1)</sup> Buder, Ztschr. f. induktive Abst. u. Vererbungslehre Bd. V (1911), S. 271, dort eine Abbildung.

<sup>2)</sup> Bei den Komponenten des L. Adami und der Crataegomespilis ist nach Buder l. c. und H. Mayer l. c. die Zahl der Chromosomen nicht verschieden; doch sind bisweilen deutliche qualitative Unterschiede im Bau des Kernes oder in der Gestalt der Chromosomen nachweisbar, die in den Schichten der Pflropfmischlinge ebenso deutlich in die Erscheinung treten wie in den reinen Komponenten.

Um so bemerkenswerter ist es, daß die fremden Zellen durch Plasmodiesmen miteinander in Verbindung stehen, jenen feinen Plasmafäden, die einen direkten Kontakt benachbarter Protoplasten bewirken und erst dadurch, wie man annimmt, die ein harmonisches Wachstum bedingenden Korrelationen ermöglichen. Eine *Verschmelzung* der Protoplasten ist durch sie aber noch keineswegs gegeben, was ja die strikte Bindung der oben genannten Körper an die arteigenen Zellen beweist.

Nach den bisherigen Ausführungen stellt eine Periklinalchimäre vom Typus des L. Adami eine von der gewöhnlichen Pflropfsymbiose physiologisch nicht prinzipiell verschiedene Vereinigung artfremder Zellen vor. Das, was sie im wesentlichen von ihr unterscheidet, ist ein histologisches, um nicht zu sagen topographisches, Moment: die Anordnung der Zellen zu einem gemeinsamen Vegetationskegel. Während sonst das Pflropfreis gewissermaßen die Wurzeln der Unterlage, dieses die Knospen des Reises adoptiert, so übernimmt hier der innere Komplex des Vegetationskegels der einen Komponente die Epidermis der anderen. Ein derartiges Bildungsgewebe und seine Derivate sind nun nicht nur eine physiologische, sondern auch eine morphologische, keineswegs aber eine zytologische Einheit.

(Schluß folgt.)

## Besprechungen.

**Branford, Benchara, Betrachtungen über mathematische Erziehung vom Kindergarten bis zur Universität.** Deutsche Bearbeitung von Rud. Schimmacck (†) und Herm. Weinreich. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1913. VIII, 403 S. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 7,—.

Volkserzieher haben dem deutschen Volke oft genug und besonders in diesen außerordentlichen Tagen mit strengen Worten vorgehalten, es neige zur Überschätzung alles Ausländischen. Für die Berechtigung des Vorwurfes lassen sich gewiß vielerlei Belege bringen. Aber auch der extreme Standpunkt vieler dieser Mahner und Tadler birgt ernste Gefahr in sich. Welchen Volkes Größe auf den verschiedenen Gebieten geistigen und wirtschaftlichen Lebens beruhte unter heutigen Verhältnissen wohl ausschließlich auf eigener Arbeit, auf eigenen Fortschritten und nicht zugleich auf der Fähigkeit, aufgeschlossenen Geistes die Errungenschaften des Auslandes zu verfolgen, aufzunehmen und womöglich weiterzuentwickeln? Mehrere der wertvollsten Waffen des gegenwärtigen Weltkrieges — Unterseeboote, Flugzeuge —, von deutschen Händen jetzt mit Meisterschaft geführt, sind Erfindungen des Auslandes. — Das vorliegende Werk ist aus einer englischen Feder geflossen. War es, während sonst pädagogische Schriften aus naheliegenden Gründen im allgemeinen doch nur einen nationalen Aktionsradius zu besitzen pflegen, einer deutschen Bearbeitung wert und würdig? Gehört es zu dem Guten, das man unbedingt nehmen muß, wo man es auch finde, oder ist es am Ende gar eines jener Erzeugnisse, die durch den Auslandsstempel, den sie tragen, für unsere verblendeten Augen einen ungebührlichen Wert bekommen haben? Weder der einen noch der anderen Kategorie wird man das Buch, scheint mir, unbedingt zurechnen dürfen, doch bei allem Guten, das es bietet, fürchte ich fast,

daß es, von einem deutschen Verfasser geschrieben, nicht das gleiche Interesse in deutschen Landen gefunden hätte. Freilich, ein deutscher Autor würde dies Buch nie schreiben, und wenn es auch gewiß wertvoll und reizvoll war, dem Werke im wesentlichen seine Originalität zu erhalten, so wäre in mancher Beziehung für die deutsche Ausgabe doch wohl eine größere Anpassung an die Bedürfnisse und berechtigten Ansprüche deutscher Leser angebracht und wünschenswert gewesen. Das Buch, das uns des Verfassers, eines angesehenen englischen Schulmannes und Mathematikers, persönliche Ansichten und Gedanken über den mathematischen Unterricht in den Bildungsanstalten aller Stufen — „vom Kindergarten bis zur Universität“ — vorträgt, ist zu einem großen Teil eine Sammlung von Vorlesungen und von Zeitschriftenaufsätzen; diese Entstehungsart wird die Hauptursache sein für den hochgradigen Mangel an Disposition, den das Buch aufweist. Auch Herr Weinreich, der nach dem allzufrühen Tode Rudolf Schimmacks das Vorwort zur deutschen Bearbeitung allein zeichnet, hebt diesen Mangel oder diese Besonderheit hervor, und ich muß gestehen, daß ich „den bunten Wechsel der Abschnitte“ bisweilen nicht nur als „originell“, sondern auch als einigermaßen störend empfinde. In manchen Punkten berührt sich der englische Autor in seinen Ideen über Reform des Mathematikunterrichts mit den modernen deutschen Bestrebungen; er nimmt zu diesen Fragen übrigens einen maßvollen Standpunkt ein und ist nicht blind gegen die Gefahren, die den Unterricht bedrohen würden, wenn das reformerische Pendel allzu weit nach der Seite des Neuen ausschlagen würde.

Wenn der Leser das Buch aufschlägt, so findet er auf der ersten Seite, vor und neben dem Titelblatt, ein Diagramm, das uns ein fundamentales, von dem Herrn Verfasser gefundenes und aufgestelltes Unterrichtsprinzip veranschaulichen soll; mit den eigenen Worten des Buches (S. 249) lautet es so: „Der wirksamste Weg für die Entwicklung von Kenntnissen und Fertigkeiten beim Individuum fällt im großen Umriß mit dem Weg zusammen, den die Rasse bei der Entwicklung jener betreffenden Art von Kenntnissen und Fertigkeiten beschritten hat.“ Also eine Übertragung des biogenetischen Grundgesetzes auf die Entwicklung der mathematischen Wissenschaft im Völkerleben und des mathematischen Intellekts im Individuum! Gewiß sehr interessant und geistvoll, aber in seiner praktisch-pädagogischen Bedeutung hier doch wohl überschätzt, wie man, scheint mir, insbesondere finden wird, sobald man mehr ins Einzelne geht.

Manche Ausführungen des englischen Autors hätten in der deutschen Ausgabe getrost gestrichen werden können. Ein Lehrer muß z. B. schon recht hilflos sein, wenn er wirklich der Ausführungen S. 156 ff. in der dortigen Fassung bedarf. — Ich greife ein anderes Kapitel heraus, das über die Einführung in die Ähnlichkeitslehre (S. 212 ff.). Der Herr Verfasser gibt hier eine Lehrprobe, und es ist natürlich richtig und notwendig, wenn dem Schüler zunächst klargemacht wird, daß die vulgären Vorstellungen von „Ähnlichkeit“ zweier Figuren zumeist unrichtig oder doch unklar sind. Im übrigen halte ich aber diese ganze Art der Einführung in dies Gebiet nicht für empfehlenswert und bezweifle auch sehr, daß in praxi die Antworten auf die gestellten Fragen so ausfallen würden, wie sie hier erfolgen. Die Frage: „Woraus bestehen alle mathematischen Figuren?“ mit der erwarteten Antwort: „Aus Punkten, Linien und Flächen“ (S. 214)

ist beispielsweise schwerlich vorbildlich. Ich würde hier überhaupt, wie gesagt, eine ganz andere und, wie mir scheint, sehr nahe liegende Einführung vorziehen und würde ausgehen von der Annahme, daß ein einfaches, etwa rechtwinkliges Ackerstück durch eine Zeichnung und daneben durch eine zweite in anderem Maßstab dargestellt ist. — Doch, es könnte nach diesen Proben scheinen, als fände ich an dem Buche nur zu tadeln. Das ist keineswegs der Fall, und ich möchte nachdrücklich hervorheben, daß mir das Buch trotzdem viel Wertvolles und Anregendes zu bieten scheint. Von dem zuletzt besprochenen Abschnitte braucht man z. B. nur wenige Seiten weiter zu gehen, um zu einer Partie zu gelangen, die mir vorzüglich gelungen zu sein scheint und die ich als Kostprobe hier hersetzen möchte, da sie selbst besser als ein allgemeingehaltenes Urteil das Buch zu empfehlen geeignet ist. Auf S. 220 bildet der Herr Verfasser bei Behandlung des Vierecks ein Fahrrad ab, und die Lehrprobe, die der Text hierzu bietet, ist die folgende:

Der Rahmen eines heutigen Fahrrades ist ein Viereck. Eine solche Figur aber ist für sich, wie wir gesehen haben, nicht starr. Wenn der Rahmen aus Stäben aufgebaut wird, die an ihren Enden bloß durch Gelenke verbunden sind, dann klappt er zusammen. Was muß man nun tun, um die Figur starr zu machen? Wieviel Versteifungen sind erforderlich, um dieses Viereck in eine starre Figur zu verwandeln?

Antwort: Man muß eine Diagonale hinzunehmen.

Ja, dann würde es in der Tat eine vollkommen starre Figur sein. Beachtet nun, daß man durch Einfügen einer Diagonale unsere Figur zugleich in starre Grundfiguren, in Dreiecke zerlegt. Die einfachste Art, ein Vieleck starr zu machen, besteht darin, daß man es in eine Anzahl von Dreiecken zerlegt. Das Dreieck ist der starre Grundbaustein für die übrigen Vielecke.

(Eine einfache Anwendung hiervon macht man z. B. beim Brückenbau.)

Wie wird nun in Wirklichkeit die Starrheit bei einem gewöhnlichen Fahrradgerüst erreicht?

Antwort: Die Stabenden werden steif miteinander verbunden; sie werden zusammengelötet.

Wieviel solcher Versteifungen würden theoretisch dazu genügen?

Antwort: Eine.

In der Praxis begnügt man sich allerdings damit nicht; aber eine genügt theoretisch. Wie viele Maßangaben bestimmen also unser Viereck vollständig?

Antwort: Fünf.

Zum Beispiel?

Vier Seiten und eine Diagonale, oder: vier Seiten und einer der vier Winkel.

Alles in allem finde ich das Buch nach seinen verschiedenen Teilen recht verschiedenwertig: auf der einen Seite wird dem Leser die Lektüre höchst anregend, die Behandlung des Gegenstandes zwischen Lehrer und Schüler wohl geradezu spannend erscheinen und auf der nächsten Seite findet er womöglich alles selbstverständlich, langweilig oder auch pädagogisch wenig empfehlenswert.

W. Ahrens, Rostock.

Alghetti, Ciro, *Curiosità di storia naturale*. Mailand, Ulrico Hoepli, 1914. VIII, 437 S. und 644 Figuren. Format 21 × 30 cm. Preis L. 18,—.

Das Buch gehört zur belehrenden Unterhaltungsliteratur und ähnelt, der Form wie dem Inhalte nach, dem früher hier besprochenen „Die Wunder der Natur“, nur daß sich sein Umfang etwa auf ein

Drittel des deutschen Buches beschränkt. Auch hier wirken die Illustrationen, meistens Wiederholungen von Photographien, so eindringlich, daß der belehrende Zweck des Buches auf dem Wege der Unterhaltung erreicht wird. Weitaus der größte Teil ist dem Tierreich gewidmet. Die Tiere sind für ihre Wiedergabe im Bilde oft von der ergötzlichsten Seite gefaßt worden, so daß ihre Abbilder dann unwillkürlich die Empfindungen hervorrufen, die *Friedrich Theodor Vischer* einmal in die Worte gefaßt hat: „Ein Tier ist überhaupt den ganzen Tag komisch in seiner Menschenähnlichkeit, die doch nicht zum Menschsein ausreicht. Jede Gebärde, das Gesicht, die Leidenschaft, die Dummheit in der Geistesheit. Legt man ihnen einen Menschen unter, so gibt es zu lachen auf Tritt und Schritt. Wer die Tiere nicht liebt, dem fehlt die Phantasie, diese Unterlegung zu vollziehen.“ Hier hat einer die Tiere geschildert, der die Phantasie besitzt, diese Unterlage zu vollziehen, und den Bildern entspricht der oft humorvolle Ton der Darstellung, der dem, der die italienische Sprache liebt, noch einen ganz besonderen Reiz gewährt. Die Beschreibung des Koboldmaki (*Tarsius Spectrum*) beginnt mit den Worten: „Ecco un animale che pochi oserebbero trovar bello! Lo si direbbe camuffato da automobilista tanto i suoi occhi sono enormi“, eine wirklich zutreffende Beschreibung, da das Tier durch sein groteskes Aussehen, das in erster Linie durch die unförmig großen Augen und durch die Behaarung bedingt ist, wie die Karikatur eines Automobilisten wirkt. Oder es wird das Bild eines Fisches wiedergegeben, das den in 1500 Meter Tiefe gefangenen Fisch so deformiert wiedergibt, wie er aussieht, wenn er an die Oberfläche des Meeres kommt und nur dem Luftdruck ausgesetzt ist. Die Schwimmblase hat den Magen des Tieres zum Munde hinausgetrieben, die Schuppen sind gesträubt und zum großen Teil herausgerissen, die Augen treten weit aus den Augenhöhlen heraus — ein anschauliches Bild davon, wie die rapide Heruntersetzung des Druckes den Fischkörper verändert. Auch die andern Naturreiche sind durch drastische Abbildungen erläutert, so z. B. in dem botanischen Teil des Buches die Früchte des großen Löwenmauls (*Antirrhinum Majus*) — übrigens im Italienischen Wolfsmaul (*gola di lupo*) — mit einer Abbildung, die die Früchte am umgekehrten Stengel zeigt, und zu denen der Verfasser schreibt: Die Früchte des Löwenmaules bieten, umgekehrt angesehen, „un aspetto assai macabro“. Es bedarf keiner besonderen Einbildungskraft, um unheimliche Schädel darin zu sehen, die Schädel von mumifizierten Negern. — Selbst in dem paläontologischen Teile des Buches findet man eine überaus eindrucksvolle und belehrende bildliche Darstellung, und so durch das ganze Buch.

Wer die beschreibenden Naturwissenschaften eigentlich nur vom Hörensagen kennt, sollte solchen Büchern, wie dem hier vorliegenden, und dem über die Wunder der Natur viel Aufmerksamkeit schenken. Er wird dann, wenn er durch den zoologischen oder durch den botanischen Garten oder durch das Aquarium geht, weniger das quälende Gefühl haben, daß er so gut wie nichts von Zoologie und Botanik weiß, und daß dieser Mangel ihm nur einen „kalt staunenden Besuch“ aller der Herrlichkeiten erlaubt. Er würde Belehrung und Anregung in Hülle und Fülle aus den Büchern schöpfen, wie er sie ja auch den Bilderwerken verdankt, die der bildenden Kunst gewidmet sind. Eine wenigstens oberflächliche Kenntnis der klassischen Werke der bildenden Kunst verdanken wohl alle, ehe sie das erste Mal mit Bewußtsein in das Museum gehen, den zahl-

los oft gesehenen Abbildungen. Man vergegenwärtige sich, um wieviel ärmer wir wären, wenn uns die Reproduktionstechnik nicht alle dahin gehörigen Bilderwerke geliefert hätte. Nicht jeder kann die sixtinische Kapelle oder den Moses von *Michel Angelo* im Original kennen lernen, aber aus den oft gesehenen Abbildungen kann jeder eine deutliche Vorstellung davon bekommen. Um wieviel mehr können uns in dieser Beziehung die Bilderwerke, die sich mit den klassischen Werken der bildenden Natur beschäftigen, leisten, da wir der von ihnen empfangenen Anregung fast immer in den naturwissenschaftlichen Sammlungen nachgehen können, vor allem in dem botanischen und dem zoologischen Garten, aber auch in den naturwissenschaftlichen Museen, die im Vergleich mit den Kunstmuseen noch immer eine merkwürdig untergeordnete Rolle spielen.

A. Berliner, Berlin.

#### Galitzin, Fürst B., Vorlesungen über Seismometrie.

Deutsche Bearbeitung unter Mitwirkung von *Clara Reinfeldt*, herausgegeben von *O. Hecker*. VIII, 538 S. und 162 Abbildungen im Text. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. Preis geh. M. 22,—, in Leinwand geb. M. 24,—.

Das Werk stellt die Übersetzung eines unter der gleichen Aufschrift in russischer Sprache erschienenen Buches dar. Das russische Urbild ist in großen Teilen selbst wieder eine Zusammenstellung der bereits in deutscher Sprache in den *Comptes rendus des séances de la commission sismique permanente* (Kaiserliche Akademie der Wissenschaften St. Petersburg) erschienenen Abhandlungen des gleichen Verfassers. Wenn auch der Inhalt desselben, der Hauptsache nach, dem deutschen Leser bereits zugänglich war, so muß doch die Herausgabe mit Freuden begrüßt werden, stellt sie doch für uns die erste zusammenfassende Bearbeitung der neuerzeitlichen, messenden Erdbebenkunde dar. Es ist einleuchtend, daß das Werk nicht eine vollständige Darstellung aller auf diesem Gebiete gewonnenen Ergebnisse sein kann. Aber der Inhalt ist so reichhaltig und das Gebotene — auch für den Neuling — so durchsichtig und klar dargestellt, daß man gern über diese und jene Lücke hinweggehen wird.

Hier einiges aus dem Inhalt. Das erste Kapitel ist dem mathematischen Rüstzeug gewidmet, und zwar werden die Grundzüge der Elastizitätslehre geboten, in einer Weise, wie sie uns in der betreffenden Literatur geläufig ist. Das zweite Kapitel über die Fortpflanzung elastischer Schwingungen führt bereits in die theoretische Erdbebenkunde hinüber. Der Inhalt gipfelt in der Aufstellung der Differentialgleichung für elastische Schwingungen, nämlich:

$$\rho \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial N_1}{\partial x} + \frac{\partial T_3}{\partial y} + \frac{\partial T_2}{\partial z} + \rho X_1$$

und zwei gleichgebauten Formeln für  $\rho \cdot \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}$  und

$\rho \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ . Die Bedeutung der Zeichen ist die allgemein bekannte.

Als wichtiges Ergebnis aus diesen Gleichungen leitet der Verfasser notwendig drei Arten von Wellen ab, und zwar longitudinale, transversale sowie Oberflächenwellen. Er findet die Geschwindigkeit der ersten beiden Wellenarten zu:  $V_1 = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}$  und

$V_2 = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$ , wo  $\lambda$  und  $\mu$  die bekannten Laméschen Konstanten sind, und  $\rho$  die Dichte bedeutet. Die ge-

gegebenen Geschwindigkeiten gestatten dem Verfasser Rückschlüsse auf die sog. Poissonsche Konstante, die für die Erkenntnis des Erdinnern von Wichtigkeit ist. Unter Verwendung der von Zöppritz und Geiger gefundenen Werte für  $V_1$  und  $V_2$  findet der Verfasser als Größe der genannten Konstanten  $\sigma = 0.27$ . Als Geschwindigkeit für die Oberflächenwellen findet er:  $V_1 = 0,9194 \cdot V_2$ .

Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit dem Verlauf der Erdbebenstrahlen im Erdinnern. Als wichtigster Gegenstand sei hier nur hingewiesen auf die Laufzeitfunktion, die das Verhältnis zwischen Herdentfernung und Unterschied der Ankunftszeiten der longitudinalen bzw. transversalen Wellen darstellt. Die Bahn und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Bebenwellen in der Tiefe werden ebenfalls des näheren untersucht.

Das vierte Kapitel ist den Hauptproblemen der messenden Erdbebenkunde gewidmet. Der Leser wird besonders mit einer kleinen Anzahl von Instrumenten, die zur Aufzeichnung von Erdbeben dienen, bekanntgemacht. Bei der Auswahl der vorgeführten Apparate hätten vielleicht einige unwichtige wegbreizen können und dafür leistungsfähigere herangezogen werden können. Einen besonders breiten Raum nimmt die Beschreibung der vom Verfasser entworfenen Instrumente mit galvanometrischer Aufzeichnung ein.

Während der folgende Abschnitt die mathematischen Grundlagen für die Bewegung und die Beeinflussung des Horizontalpendels enthält, befassen sich der sechste, siebente und achte Teil mit denjenigen der Galitzinschen Bebenscheiber. Da die „Vorlesungen“ besonders dazu angetan waren, die Beobachter für die genannten Apparate auszubilden, so sind diese Abschnitte naturgemäß sehr ausführlich gehalten.

Im zehnten Kapitel wird der Leser mit der Auswertung von Bebenaufzeichnungen bekanntgemacht. Es werden die verschiedenen Verfahren zur Bestimmung des Bebenherdes vorgeführt. Die Bearbeitung der Bebenzeichnungen nach den neuerdings allgemein angenommenen Grundsätzen wird ebenfalls ausführlich gezeigt.

Der Inhalt des elften Kapitels gehört nicht der eigentlichen Erdbebenkunde an — er handelt von den Schwankungen der Lotlinie infolge von Sonnen- und Mondanziehung. Da jedoch an einer Anzahl von Erdbebenwarten solche Untersuchungen vorgenommen werden und sie ja auch den Ausgangspunkt für die neuzeitliche Erdbebenforschung bilden, so ist die Einschaltung dieses Abschnittes wohl gerechtfertigt.

Der Schlußabschnitt ist der Theorie der mechanischen Aufzeichnung (im Gegensatz zu derjenigen mit optischen Mitteln) und den sich für die Bearbeitung derselben notwendig ergebenden Schwierigkeiten gewidmet.

Wie zu ersehen, ist der Inhalt — bei vorzüglicher Darstellung — ein sehr reicher. Die zahlreichen guten Abbildungen unterstützen die Verständlichkeit in hohem Maße. Durch das Erscheinen des Werkes ist eine recht fühlbare Lücke ausgefüllt worden. Einer besonderen Empfehlung bedarf es nicht.

W. Pechau, Jena.

## Astronomische Mitteilungen.

**Veränderungen auf dem Monde.** Über diese interessante Frage findet sich im neuesten Heft der astronomischen Zeitschrift *Sirius* ein kritischer Aufsatz des Herausgebers Dr. *Kritzing*, der an die neueren Mondbeobachtungen anknüpft und volle Beachtung verdient. Die von manchen Beobachtern mit kleineren Fernrohren vermuteten Veränderungen im Innern der Mondkrater Hyginus, Linné, Taquet und Posidonius (Zentralkrater) haben sich nicht mit Sicherheit bestätigen lassen. Insbesondere weisen die Messungen von Dr. *K. Graff* (Hamburg) am großen Fernrohr der Sternwarte Bergedorf bei Hamburg nicht die geringsten auffälligen Veränderungen an jenen Mondgebilden auf. Dagegen erscheint es nach der begründeten Darstellung von Dr. *Kritzing* höchst wahrscheinlich, daß bei dem Mondkrater Eimmart, einem größeren Kratergebilde am Mare Crisium, und zwar am nordwestlichen Rande desselben, gewisse Veränderungen aufgetreten sind.

**Zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis (21. August d. J.)** in Riga. Im letzten Heft der Zeitschrift *Sirius* sind beachtenswerte Nachrichten über den Erfolg von vier in Riga stationiert gewesen russischen Expeditionen mitgeteilt. Danach gelangen ausgezeichnete photographische Aufnahmen der Korona, die in typischer Form und in mattweißer Farbe besonders rechts und links die verfinsterte Sonne umrahmte. Ferner wurden sämtliche vier Kontakte der Mond- und Sonnenberührung gemessen. Endlich konnten in der Nähe des verfinsterten Tagesgestirns die Planeten Merkur und Venus sowie der Fixstern Regulus im „Löwen“ wahrgenommen werden. Merkur stand in hellem Glanze rechts von der Sonne, Venus, diesmal nicht viel heller als Merkur, leuchtete links vom Tagesgestirn, und noch weiter nach links war Regulus deutlich zu erkennen. Der Planet Venus blieb auch noch längere Zeit nach Beendigung der Totalität für das unbewaffnete Auge am Himmel sichtbar.

**Anzahl der kleinen Planeten.** Nach Mitteilungen des Direktors des Astronomischen Recheninstituts in Berlin-Dahlem (Astronomische Nachrichten Nr. 4772) sind bis Mitte Juni d. J. im ganzen 791 Planetoiden numeriert und berechnet worden.

**Ein Stern mit stärkerer Eigenbewegung** ist von Prof. *Wolf* (Heidelberg) auf der Königstuhl-Sternwarte beim photographischen Suchen nach einem kleinen Planeten gefunden worden, wie in Nr. 4775 der *Astronomischen Nachrichten* des näheren mitgeteilt wird. Es ist ein Fixstern der 13. Größenklasse mit einer jährlichen Bewegung von etwas über einer Bogensekunde. Der bewegte Stern ist auf einigen photographischen Platten der Heidelberger Himmelsaufnahme stereoskopisch gemessen worden. Dabei ergaben sich zwei interessante Tatsachen. Einmal folgt dem stark bewegten Stern ein etwas hellerer der 11. Größenklasse in südlichem Abstände nach, der deutlich vor dem Hintergrund der schwächeren Sterne beim stereoskopischen Betrachten schwebt. Zweitens liegt SSW. von dem stärker bewegten Stern ein noch schwächeres Sternchen der 15. Größenklasse, der erst vor kurzer Zeit von dem ersten bei seinem Vorbeizuge bedeckt worden sein muß. Hier fand also der überaus interessante Fall statt, daß ein Fixstern durch einen anderen infolge der ziemlich starken Eigenbewegung vorbeiziehenden Stern bedeckt worden ist. A. Marcuse.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 3.

15. Januar 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Demokrit und die moderne Naturwissenschaft,  
Von *Dr. M. Kronenberg, Berlin.* S. 29.

Besprechungen. S. 36.

Chimären und Pfropfmischlinge. (Schluß). Von  
*Privatdozent Dr. Johannes Buder, Leipzig.* S. 33.

Kleine Mitteilungen. S. 38.

Zeitschriftenschau. S. 39.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Ende 1912 erschien:

## Landolt-Börnstein Physikalisch-chemische Tabellen

Vierte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

unter Mitwirkung von

Th. Albrecht-Potsdam, K. Arndt-Berlin, K. Bädeker-Jena, O. Bauer-Berlin, W. Bein-Berlin, A. Blaschke-Berlin, H. Böttger-Berlin, W. Böttger-Leipzig, G. Bruni-Padua, A. Denizot-Lemberg, F. Dolezalek-Berlin, F. Eisenlohr-Greifswald, E. Gehrcke-Berlin, H. Greinacher-Zürich, E. Gumlich-Berlin, F. Henning-Berlin, W. Herz-Breslau, W. Heuse-Berlin, A. Heydweiller-Rostock, W. Hinrichsen-Berlin, L. Holborn-Berlin, E. Jänecke-Hannover, W. P. Jorissen-Leiden, G. Just-Berlin, J. Koppel-Berlin, R. Kremann-Graz, G. Leithäuser-Hannover, H. Lundén-Stockholm, A. Mahlke-Hamburg, F. F. Martens-Berlin, G. Meyer-Freiburg i. B., H. Philipp-Greifswald, J. D. van der Plaats-Utrecht, Th. Posner-Greifswald, E. Regener-Berlin, V. Rothmund-Prag, H. Rubens-Berlin, O. Sackur-Breslau, C. Sandonnini-Padua, K. Scheel-Berlin, A. Schmidt-Potsdam, O. Schönrock-Berlin, H. v. Steinwehr-Berlin, A. Stirm-Leipzig, K. Stöckl-Passau, H. Tertsch-Wien, S. Valentiner-Klausthal, H. v. Wartenberg-Berlin, F. Weigert-Berlin, H. F. Wiebe-Berlin

und mit Unterstützung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften

herausgegeben von

**Dr. Richard Börnstein**

Professor der Physik an der Landwirtschaftlichen  
Hochschule zu Berlin

**Dr. Walther A. Roth**

a. o. Professor der physikalischen Chemie an der  
Universität zu Greifswald

Mit dem Bildnis H. Landolts

1330 Seiten. Lex.-8°. In Moleskin gebunden Preis M. 56.—.

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung.**



## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	13	26	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

Soeben erschien:

# Lehrbuch der Infektionskrankheiten

Für Aerzte und Studierende

Von

**Professor Dr. G. Jochmann**

Privatdozent an der Universität Berlin, dirig. Arzt der Infektions - Abteilung des Rudolf Virchow - Krankenhauses, Mitglied des Königl. Institutes für Infektionskrankheiten, „Robert Koch“

Mit 448 zum großen Teil farbigen Abbildungen

Preis M. 30.—; in Halbleder gebunden M. 33.—

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

15. Januar 1915.

Heft 3.

## Demokrit und die moderne Naturwissenschaft.

Von Dr. M. Kronenberg, Berlin.

Untersuchungen, welche sich um die Aufklärung der allerersten Anfänge moderner Naturerkenntnis bemühen, sind nicht allzu häufig; noch seltener, auch in unseren Tagen, trotz des wiedererwachten Interesses für die Naturphilosophie, solche Untersuchungen, die jene Aufklärungs- und Forschungsarbeit an dem wichtigsten Punkte anfassen, nämlich da, wo die Anfänge der modernen Naturwissenschaft in der Philosophie ihrer Zeit, der Renaissanceperiode, wurzeln und zur Philosophie der Vergangenheit, ganz besonders der des Altertums, hinüberweisen. Um so dankenswerter ist jeder Versuch, der auf diesem Boden mit sachkundigem Ernst unternommen wird. Ein solcher liegt vor in der kürzlich erschienenen Schrift: „Die Wissenschaft Demokrits und ihr Einfluß auf die moderne Naturwissenschaft.“ Von Dr. Louis Löwenheim. Herausgegeben von Leopold Löwenheim. Berlin, Leopold Simion Nachf., 1914. Preis 6,— M.

Das Werk ist in der vorliegenden Gestalt ein Torso. Der Verfasser, der bereits 1894 starb, hatte, wie der Herausgeber, sein Sohn, im Vorwort berichtet, ein sehr umfassendes Werk in 3 Bänden geplant gehabt, dessen Gesamttitel lauten sollte: „Der Einfluß Demokrits auf Galilei.“ „Der erste Halbband sollte die Mechanik und Kosmogonie Demokrits behandeln, der zweite Halbband die Methode und das Zeitalter Demokrits. Der zweite Band sollte die nachdemokratische Wissenschaft des Altertums enthalten. Der dritte Band sollte der Renaissance der Wissenschaft gewidmet sein und von Kopernikus, Giordano Bruno und Kepler handeln sowie von ihrem Verhältnis zu Demokrit, Aristoteles und Galilei, vor allem aber von Galilei selbst, und es sollte ausführlich gezeigt werden, daß Galilei ein Schüler Demokrits genannt werden kann.“

Diese letztere Tendenz beherrscht nun auch die vorliegende Schrift: Der Verfasser will hier überall darlegen und den Nachweis zu erbringen suchen, daß Galilei ein Schüler Demokrits ist. Aber er will doch auch noch viel mehr: indem er in Galilei nicht nur einen, sondern den großen Begründer der modernen Naturwissenschaft erblickt und nun zu zeigen versucht, daß dieser im Grunde nur die Gedanken Demokrits über die Jahrhunderte hinweg wieder aufnahm, erneuerte und fruchtbar zu machen wußte, so will er zeigen, daß Demokrit der Vater der modernen Naturwissenschaft ist, dem sie im Grunde so gut wie

alles verdankt. Ja, noch mehr, der Verfasser sieht in Galilei nicht nur den Vater der modernen Naturwissenschaft, sondern auch den der modernen Philosophie. „Von der modernen Philosophie ist aber die moderne Literatur, die moderne Kunst und die moderne Pädagogik abhängig. Und Galilei kann daher mit vollem Recht als der Vater der Neuzeit bezeichnet werden.“ Folgerichtig muß also auch Demokrit als Ahnherr der Neuzeit gelten, auf den alle ihre entscheidenden Ideen zurückgehen.

Eben dasselbe ist auch von der negativen Seite her zu betrachten. Die Neuzeit und die moderne Naturwissenschaft setzen ein mit der Abkehr von der christlich-scholastischen Denkweise und der damit aufs engste verknüpften platonisch-aristotelischen Philosophie. Diese Abkehr wird zuerst konsequent und radikal vollzogen von Galilei, der sich seinerseits zuerst auf die Gedankenwelt Demokrits stützte, in der er den Gegenpol der platonisch-aristotelischen erkannte.

\* \* \*

Wenn der Versuch gemacht wird, weit ausge dehnte historische Zusammenhänge auf eine besonders einfache Formel zu bringen, hat man immer Veranlassung, sorgfältig zu prüfen, ob und wie weit dabei wirklich das Resultat eines tieferen intuitiven Eindringens vorliegt, oder etwa nur Übertreibungen, zu weit getriebene historische Parallelen und Analogien eine wesentliche Rolle spielen. Das gilt auch im vorliegenden Falle. Und es gilt hier um so mehr, als gerade die Frage nach dem Ursprung der neuzeitlichen Gedankenentwicklung und ihrer Verbindung mit der Antike eine besonders schwierige, in vielen Punkten noch heute dunkle und umstrittene ist.

Zunächst ist es schon ganz unmöglich, den Ursprung der neuzeitlichen Gedankenentwicklung nur an einem, wenn auch noch so wichtigen Punkte — der Begründung der modernen Naturwissenschaft — und in den Leistungen eines genialen Mannes — Galilei — zu erblicken, wie hoch man diese auch im übrigen veranschlagen mag. Die Scheidung von Mittelalter und Neuzeit vollzieht sich in einer weit ausgedehnten, über Jahrhunderte sich erstreckenden Zeitperiode — wir bezeichnen sie gewöhnlich zusammenfassend als Renaissance —, in der die verschiedenartigsten geistigen Strömungen mit- und gegeneinander wirken; und sie vollzieht sich nur sehr allmählich und in meist unmerklichen Übergängen, so daß es oft gerade an den wichtigsten Punkten schwer zu unterscheiden ist, ob man es noch mit mittelalterlicher oder schon mit neuzeit-

licher Denkweise zu tun hat. Das gilt insbesondere auch von der Frage der Grenzscheide zwischen mittelalterlicher und neuerer Philosophie. An den Anfangspunkt der letzteren pflegt man am häufigsten *Bacon* oder *Descartes* zu stellen, andere beginnen aber auch die neuere Philosophie mit *Nicolaus von Kues* (so z. B. *Falckenberg* in seinem bekannten Lehrbuch der Geschichte der neueren Philosophie), wieder andere mit *Anselm von Canterbury* oder mit *Hobbes* usw. In dieser Unsicherheit der Fixierung des Anfangs zeigt sich nur das Fließende der kontinuierlichen Entwicklung, das gerade hier einen sicheren Einschnitt besonders schwierig macht. Wenn nun der Verfasser des vorliegenden Buches einen neuen Namen — vereinzelt ist er allerdings auch schon früher genannt worden —, nämlich den *Galileis*, an die Spitze des neuzeitlichen Denkens stellt, so tut er das gewiß nicht mit größerem Recht als diejenigen, welche andere Namen bevorzugen, eher vielleicht mit geringerem Recht, schon deshalb mit geringerem Recht, weil gerade die wichtigsten, die eigentlich epochemachenden, Leistungen *Galileis* weniger der Philosophie als der Naturwissenschaft in engerem Sinne, man könnte sogar sagen der experimentellen Naturforschung angehören.

Indessen auch, wenn man sich auf die Frage nach dem Ursprung der modernen Naturwissenschaft beschränkt, muß doch noch manches von den Grundthesen des Verfassers in Abzug gebracht werden. Weder kann *Galilei* allein als Vater der modernen Naturwissenschaft angesehen werden, noch ist er als solcher so ausschließlich von den Gedanken *Demokrits* inspiriert, wie der Verfasser es behauptet.

Ganz gewiß nimmt *Galilei* als einer der Begründer der modernen Naturerkenntnis eine sehr bedeutende, ja eine überragende Stellung ein. Aber ihm zur Seite stehen andere geniale Vorläufer. Man braucht nur daran zu erinnern, daß ja auf dem Gebiete der Himmelsmechanik z. B. die Entdeckungen des *Kopernikus* denen *Galileis* vorangingen. Und an diesem Beispiel zeigt sich auch sogleich, daß es nicht berechtigt ist, einen absoluten Gegensatz zwischen neuerer Naturerkenntnis und platonischer oder insbesondere auch aristotelischer Philosophie zu konstruieren. Denn der Verfasser selbst hebt hervor, daß *Kopernikus* zu seinem Satze, daß nicht die Erde, sondern der Himmel ruht, durch konsequente Weiterbildung aristotelischer Anschauungen gelangt war. Und so zeigt sich noch an vielen anderen Stellen, daß gerade *Aristoteles* auf die erste Entwicklung moderner Naturerkenntnis den tiefgehendsten Einfluß geübt hat. Aber auch so weit man sich in den Anfängen der Neuzeit von ihm wie von *Plato* abwandte, geschah dies durchaus nicht ausschließlich in der Richtung einer Rückwendung zu *Demokrit*. Der Verfasser hat hier namentlich übersehen, daß daneben auch die Rückwendung zu einem neuen

Pythagoreismus, wenigstens zeitweise, eine nicht unwichtige Rolle spielte, und daß damit wiederum auch der große Einfluß zusammenhängt, den von Anfang an das Vorbild der Mathematik auf die werdende moderne Naturerkenntnis ausgeübt hat. Auch bei *Galilei* ist das der Fall; und die mechanistische Naturauffassung, als deren Begründer man ihn ja wohl ansehen kann, hängt damit eng zusammen. Es ist gewiß auf alles andere als auf demokritischen Einfluß zurückzuführen, wenn *Galilei* das Universum als ein Buch bezeichnet, das in mathematischer Sprache geschrieben ist, und dessen Schriftzüge Dreiecke, Kreise und andere geometrische Figuren sind, ohne deren Hilfe es unmöglich sei, auch nur ein Wort in jenem Buche menschlicherweise zu verstehen.

\*       \*       \*

Trotz alledem wird man, aber unter Abzug aller Einseitigkeiten und Übertreibungen, der Grundthese des Verfassers zustimmen dürfen: daß die Lehre *Demokrits* vielfach grundlegend und entscheidend geworden ist für die ganze Entwicklung der modernen Naturwissenschaft, und daß diese Einwirkung sich von *Galilei* bis auf unsere Tage deutlich verfolgen und nachweisen läßt. Geht doch auf *Demokrit* z. B. einer der wichtigsten Grundbegriffe der Naturwissenschaft, der des Atoms, zurück — so sehr einer der wichtigsten Begriffe, daß man in unseren Tagen, da er anfang zum ersten Male erschüttert zu werden, damit vielfach die Existenz der wissenschaftlichen Naturerkenntnis selbst bedroht glaubte.

Gemeinhin denkt man nur an die Atomistik, wenn man an *Demokrit* und seinen Einfluß auf die moderne Naturwissenschaft erinnert wird. Allein der Verfasser des vorliegenden Buches — und darin liegt ein besonderer Wert desselben — zeigt, daß damit jener Einfluß keineswegs erschöpft ist, daß er sich sehr viel weiter erstreckt und nicht einmal auf die Mechanik oder auch nur auf die Physik beschränkt ist, sondern ebenso z. B. in der Geologie, ja selbst in der Biologie sich geltend macht, und daß hier, z. B. bei der Darwinschen Lehre, die scheinbar modernsten Theorien und Hypothesen ihren Grundgedanken nach bereits vor 2000 Jahren von dem alten Naturphilosophen von *Abdera* vorweggenommen sind. Und für alles dies sucht nun der Verfasser mit Hilfe einer sehr ausgedehnten Belesenheit, unter Aufwand von viel Scharfsinn, auch im Sinne philologischer Akribie, in jedem einzelnen Falle den exakten Nachweis zu erbringen.

Dieses Unternehmen ist freilich von vielen Schwierigkeiten umgeben. Die größte liegt in der Unzulänglichkeit, Unsicherheit und fragmentarischen Beschaffenheit der Quellen. Wie von allen Naturphilosophen der vorsokratischen Zeit sind auch von *Demokrit* nur wenige Bruchstücke erhalten, die mit einiger Sicherheit als authentische Äußerungen oder wenigstens richtige Wiedergabe seiner Gedanken gelten können.

Vieles andere ist in den Schriften Späterer überliefert, wobei es dann oft unsicher ist, wieweit der ursprüngliche Gedanke *Demokrits* mit Hilfe vorgeschrittenerer Erkenntnis bereits modifiziert oder in polemischem oder apologetischem Interesse usw. irgendwie umgebogen ist. Das gilt namentlich auch von den beiden wichtigsten späteren Quellen, *Aristoteles* und *Lukrez*. Ersteren kann man im großen und ganzen als Gegner *Demokrits* betrachten, wenngleich er ihm vielfach auch durchaus objektiv gegenübersteht. *Lukrez* dagegen ist Anhänger *Epikurs*, der seinerseits die Lehre *Demokrits* wieder aufgenommen und selbständig erneuert hat, wiewohl das naturphilosophische Interesse bei ihm (ebenso wie bei *Lukrez*) hinter das ethische zurücktritt; und es ist eben des *Lukrez* berühmtes Lehrgedicht „De natura rerum“, das im Altertum wie im Beginn der Neuzeit den Anschauungen *Demokrits* die weiteste Ausbreitung gegeben und dadurch den bedeutendsten Einfluß auf die ganze Kulturentwicklung gewonnen hat. Natürlich muß man nun, wenn man historisch exakt verfahren will, in jedem einzelnen Falle kritisch prüfen, welches die wirkliche Meinung *Demokrits* und was etwa Zutat oder Veränderung des Berichterstatters, z. B. *Aristoteles* oder *Epikurs* oder *Lukrez* ist. Diese kritische Prüfung ist bei dem Verfasser unserer Schrift von Einseitigkeiten oft nicht frei, sie ist namentlich stark beeinflusst von Vorurteilen, von der vorgefaßten Meinung für seinen Helden, *Demokrit*, die ihn öfter dazu verführt, *Aristoteles* oder auch *Epikur* und *Lukrez* da, wo sie von *Demokrit* abweichen oder seine Ansicht nicht im Sinne fortgeschrittenster Naturerkenntnis wiederzugeben scheinen, mit dem Vorwurfe der Oberflächlichkeit u. ä. abzutun.

Trotz alledem war es ein durchaus dankenswertes und verdienstvolles Unternehmen, einmal den Verbindungsfäden nachzuspüren, welche die moderne Naturwissenschaft mit dem Denken *Demokrits* verknüpfen. Wie weitgehend und wie mannigfaltig diese Verbindungsfäden sind, das ist in der vorliegenden Schrift zur eingehenden Darstellung gekommen.

Allen voran steht zunächst die Demokritische Atomistik. Sie ist nicht nur richtungsgebend geworden für die ganze Entwicklung der modernen Naturwissenschaft, sondern hat auch ein unerschüttertes, man kann fast sagen, kanonisches Ansehen bis heute behauptet. Sie hat auch bis auf unsere Tage keine irgendwie wesentliche Änderung erfahren — erst ganz neuerdings ist der alte Atombegriff ins Wanken geraten. Aber mit Recht hebt der Verfasser hervor: „Wenn *Zeller* (in seiner „Geschichte der griechischen Philosophie“) meint, daß die moderne Atomistik von der Demokritischen „himmelweit“ verschieden sei, so wüßte ich nur einen einzigen Unterschied zwischen beiden, nämlich den, daß *Demokrit* die Atome verschiedener Stoffe als qualitativ gleichartig betrachtete, die moderne Atomistik

dagegen als qualitativ ungleichartig. Aber auch dieser Unterschied ist ein sehr bedingter. Denn *Galilei* hat, wie bereits erwähnt, die Atome als qualitativ gleichartig betrachtet; und auch unter den modernen Naturforschern sind viele geneigt („seit der Aufstellung der Elektronentheorie sogar die meisten“, bemerkt dazu der Herausgeber), zu der Ansicht von der qualitativen Gleichartigkeit der Atome zurückzukehren.“

Unsere Schrift weist nun weiter nach, daß, gerade im Gefolge der atomistischen Lehre, bei *Demokrit* auch die Elemente der modernen Kosmogonie bereits vorhanden waren. Zwar die Kugelgestalt der Erde hat er noch nicht gelehrt, wenn er auch mit dieser Hypothese recht wohl bekannt war. Wohl aber lehrt er bereits den Stillstand der Erde, wenn auch mit der Modifikation, daß dieser Stillstand nicht von Anfang an da war, sondern erst später eingetreten sei. Vor allem aber hatte *Demokrit* bereits den Begriff der eigentümlichen Schwere der Atome, er kannte bereits das Grundgesetz der Gravitation und gründete nun darauf eine „Kosmogonie“, die mit der modernen Kant-Laplace'schen Theorie in den Grundzügen ganz übereinkommt. *Demokrit* dachte sich, so umschreibt der Verfasser dessen kosmogonische Lehre, „daß bei Eintauchen fester Körper in Flüssigkeiten oder Luft infolge der Schwere die größeren Atome zu Boden sinken und die kleineren in die Höhe getrieben werden. Er muß also angenommen haben, daß bei der Entstehung der Erde infolge der Gravitation die größeren Atome nach dem Mittelpunkt gingen und die kleineren an die Peripherie getrieben wurden. Er dachte sich also, daß ursprünglich das ganze System, aus welchem unsere Welt entstanden ist, in Rotation um einen gemeinsamen Mittelpunkt begriffen war, daß dann infolge der Gravitation fremde Körper hineingezogen wurden, sich mit gewissen Massen des Systems verbanden und deren Rotation verlangsamten; bei einigen derselben war auch jetzt noch die Bewegung infolge des Beharrungsvermögens, das sie die Kreisbewegung fortzusetzen veranlaßte, schneller als die Bewegung infolge der Gravitation; sie setzten daher die Kreisbewegung fort und bildeten die Gestirne; bei anderen dagegen war jetzt die Bewegung infolge des Beharrungsvermögens langsamer geworden als die Bewegung infolge der Gravitation; sie rissen sich daher vom Firmament, d. h. von denjenigen rotierenden Massen, welche ihre Bewegung fortsetzten, los und gingen nach der Mitte, wo sich die größeren Atome in unmittelbarer Nähe des Mittelpunktes lagerten, während die kleineren an die Peripherie gingen; und so entstand „das erste kugelförmige System“, das den Kern des späteren Erdkörpers bildete.“ Bei dieser Anschauung ist indessen zu berücksichtigen, daß *Demokrit* das Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte noch nicht kannte. Er glaubte vielmehr, „daß, wenn zwei Körper gleichzeitig auf denselben Körper wirken, dieser

lediglich der stärkeren Kraft folgt, und daß daher die in Rotation befindlichen und nach dem Mittelpunkt gezogenen Massen so lange ausschließlich dem Beharrungsvermögen folgen, wie dieses das stärkere ist, dagegen, sobald die Gravitation die stärkere geworden ist, ausschließlich dieser folgen. Obgleich also *Demokrit* sowohl das Beharrungsgesetz als die allgemeine Gravitation bekannt war, hat er doch die beobachtete Kreisbewegung der Gestirne<sup>1)</sup> nicht durch das Zusammenwirken beider zu erklären vermocht, weil er einerseits das Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte nicht kannte, andererseits glaubte, daß ein in Kreisbewegung begriffener Körper infolge des Beharrungsvermögens fortfährt, sich im Kreise zu bewegen, also gewissermaßen zwei Fehler machte, welche sich gegenseitig aufhoben. Und ich halte es daher nicht für unmöglich, daß gerade die Entdeckung des Gesetzes vom Parallelogramm der Kräfte, wodurch der eine der beiden sich aufhebenden Fehler fortfiel, zur Folge hatte, daß man das Beharrungsgesetz aufgab, das im späteren Altertum ganz verschwindet und erst, nicht ohne den Einfluß *Demokrits*, erneuert ward, als die Mathematik so weit fortgeschritten war, daß man erkannte, daß ein in Kreisbewegung begriffener Körper infolge des Beharrungsvermögens nicht seine Kreisbewegung fortsetzt, sondern sich in Richtung der *Tangente* weiterbewegt.“ — —

Das Charakteristische dieser kosmogonischen Theorie *Demokrits*, das sie unmittelbar mit den noch heute geltenden Anschauungen verknüpft, liegt nun vor allem in dem *mechanistischen* Prinzip der Naturerklärung, welches jede Erklärung durch irgendein geistiges Prinzip ausschließt; und dieses wiederum setzt voraus die rein *kausale* Betrachtungsweise, die jede Zweckbetrachtung ausschließt, oder diese doch höchstens bis zum äußersten Punkte zurückschiebt. Beides ist auch charakteristisch für die biologischen Grundansichten *Demokrits*, die ihn bereits sehr nahe an *Darwin* heranrücken.

Vorläufer *Darwins* hat man freilich im Altertum schon mehrfach zeigen zu können geglaubt: so *Anaximenes* (den unsere Schrift nicht weiter erwähnt), so auch *Xenophanes* und namentlich *Empedokles*, in dessen Theorie z. B. *Lange* in seiner „Geschichte des Materialismus“ ein Analogon der *Darwinschen* erblickte. Demgegenüber sucht nun der Verfasser zu zeigen, daß diese Analogien doch nur teilweise und mit Vorbehalt gelten könnten. Die *Darwinsche* Theorie nämlich, so führt er aus, besteht in der genialen Kombination zweier an sich ganz verschiedener Prin-

zipien, nämlich der Deszendenztheorie und des Selektionsprinzips. Nun ist die Deszendenztheorie bereits vor *Darwin* von *Lamarck* mit voller Klarheit ausgesprochen und mit der größten Konsequenz durchgeführt worden. Ebenso aber wie *Lamarck* die Deszendenztheorie ohne das Selektionsprinzip, hatte im Altertum *Empedokles* das Selektionsprinzip ohne die Deszendenztheorie. Dagegen war es *Demokrit*, der beides im Sinne *Darwins* schon verknüpft hatte. Der Verfasser sucht diese These namentlich auf indirektem Wege im Anschluß an *Aristoteles* und *Lukrez* zu beweisen und zu zeigen, wie wir durch die verschiedensten Gründe zu der Ansicht gedrängt würden, „daß zwischen *Empedokles* und *Aristoteles* ein Philosoph gelebt haben muß, der sich der Theorie des *Empedokles* annahm und sie weiter ausbildete, daß dieser Philosoph das Selektionsprinzip und die Theorie vom Kampf ums Dasein und von der daraus entspringenden Divergenz des Charakters aufgestellt hat, und daß von ihm *Epikur* diese Theorien übernommen hat. *Anaxagoras* und *Plato* können es nicht gewesen sein, da diese beiden Philosophen entschiedene Vertreter der teleologischen Weltanschauung waren. Der Urheber dieser Theorien war also kein anderer als *Demokrit*, bei dem wir ja auch einen solchen Gedanken am ehesten erwarten können, und von dem ihn auch *Epikur* am ehesten anzunehmen bereit war. In der Tat wissen wir, daß *Demokrit* mit großer Emphase hervorhob, daß der menschliche Leib außerordentlich zweckmäßig eingerichtet ist. Und doch sagte *Aristoteles*: „*Demokrit* aber unterließ es, vom Zwecke zu sprechen und führt alles, dessen die Natur sich bedient, auf die Notwendigkeit zurück.“ Beide Nachrichten sind aber kaum anders in Einklang zu bringen als durch die Annahme, daß *Demokrit* die zweckmäßige Einrichtung der Organismen mit Hilfe des Selektionsprinzips auf die mechanische Notwendigkeit zurückführte. Und wir wissen auch, daß *Demokrit* eine drei Bücher umfassende Schrift verfaßt hat, welche den Titel führt: Ursachen hinsichtlich der Tiere (nach *Diogen. Laërtius* IX, 47).“ — — Für die Deszendenztheorie bei *Demokrit* finden sich auch mehr direkte Zeugnisse. So heißt es bei *Censorinus*: „*Demokrit* aber aus *Abdera* glaubte, daß die Menschen ursprünglich aus dem Wasser und aus dem Schlamm hervorgegangen seien.“ Oder bei *Pseudo-Plutarch*: „Die Anhänger *Epikurs* . . . sagen, daß die Tiere infolge einer Verwandlung auseinander entstehen.“ Oder die längere Stelle bei *Theophrast*, wo nach *Demokrit* „über die auf dem Trocknen verweilenden Fische“, d. i. die Amphibien, gehandelt und so der allmähliche Übergang von Wasser- zu Landtieren vorausgesetzt wird. — Schließlich sucht der Verfasser dem Nachweise, „daß *Demokrit* der einzige Darwinist vor *Darwin*“ sei, „wenn wir anders unter einem Darwinisten jemanden verstehen, der sowohl die Deszendenztheorie als auch das Selektionsprinzip

<sup>1)</sup> Man wende nicht ein, bemerkt der Verfasser hierzu, daß sich die Gestirne nicht im Kreise, sondern in Ellipsen bewegen. Denn wir werden bald sehen, daß die Gestirne, von denen hier die Rede ist, nicht die Planeten sind, sondern ausschließlich die Fixsterne. Die scheinbare Bewegung der Fixsterne ist aber eine Kreisbewegung, da sie durch die wirkliche Achsendrehung der Erde hervorgebracht wird.



anerkennt“, noch den weiteren Beweis hinzuzufügen, daß *Darwin* diesen seinen Vorläufer als solchen gekannt und erkannt habe und von ihm unmittelbar beeinflußt worden sei. Er weist auf eine Stelle hin, die gleich am Anfang von *Darwins* „Über die Entstehung der Arten“ steht: „... Nur einige wenige Naturforscher nehmen dagegen an, daß Arten einer Veränderung unterliegen und daß die jetzigen Lebensformen durch wirkliche Zeugung aus anderen früher vorhandenen Formen hervorgegangen sind. Abgesehen von einigen auf unseren Gegenstand zu beziehenden Andeutungen in den *Schriftstellern des klassischen Altertums*, war *Buffon* der erste Schriftsteller, welcher in neuerer Zeit denselben in einem wissenschaftlichen Geiste behandelt hat.“ Worauf *Darwin* hier speziell angespielt hat, wird nach Ansicht des Verfassers deutlicher, wenn man eine Stelle der Autobiographie ins Auge faßt. Hier nämlich, wo *Darwin* die Zeit beschreibt, welche seiner Rückkehr von der Weltumseglung an Bord des „*Beagle*“ unmittelbar folgt, die Zeit also, in welche die Konzeption seiner Theorie fällt, heißt es: „Da ich nicht imstande war, den ganzen Tag naturwissenschaftlich zu arbeiten, las ich während dieser zwei Jahre (1837—39) ein gutes Teil über verschiedene Gegenstände, mit Einschluß einiger metaphysischer Bücher.“ Der Verfasser sucht nun, wie mir scheint mit guten Gründen, nachzuweisen, daß zu diesen metaphysischen Büchern, welche *Darwin* damals gelesen hat, mit in erster Linie *David Humes* „*Dialoge über natürliche Religion*“ gehört haben muß, und hier wird von einer der Gesprächspersonen, *Philo*, das Selektionsprinzip und seine Anwendung, sowohl auf die Entstehung der Welt wie auf die Entstehung der Tiere, auseinandergesetzt und diese Theorie als epikureisch bezeichnet, womit darauf hingewiesen wird, daß sie *Lukrez* entnommen sind. Danach hätte also *Darwin* „gerade zu der Zeit, als er seine Theorie konzipierte, vom Selektionsprinzip Kenntnis erhalten durch die Lektüre *Humes*, welcher dasselbe aus *Lukrez*-Stellen geschöpft hat, die, wie wir wissen, auf *Demokrit* zurückgehen.“ — —

Es sei zuletzt nur noch hervorgehoben, daß der Verfasser auf *Demokrit* auch das zurückzuführen sucht, was er das *Spinoza-Duboisische Prinzip* nennt, daß nämlich körperliche und geistige Vorgänge einander parallel gehen und daher die einen durch die anderen weder verursacht, noch erklärt werden können — er nennt es so (mit geringer Berechtigung), weil es von *Spinoza* zuerst in der Neuzeit ausgesprochen, durch *Dubois-Reymond* aber zur allgemeinen Anerkennung gebracht worden sei. Und ganz ebenso sucht er nachzuweisen, daß *Demokrit* auch das Prinzip von der Erhaltung der Kraft zuerst ausgesprochen und damit die lange Geschichte dieses Prinzips begonnen habe, die sich so vom 5. vorchristlichen bis zum 19. nachchristlichen Jahrhundert, von der griechischen Naturphilosophie

bis zu den Entdeckungen von *Rob. Mayer*, *Lagrange* und *Helmholtz* erstreckt. Der Verfasser sucht dabei auch die herkömmliche Auffassung insofern umzuwerten, als er die Bedeutung und den Einfluß von *Robert Mayer* nicht ganz so hoch schätzt, im Gegensatz zu dem von *Lagrange* und *Helmholtz*. Wie es sich damit verhält, bleibe hier dahingestellt. Jedenfalls aber kann man dem Verfasser durchaus zustimmen, wenn er sagt: „Gerade die Geschichte des Prinzips von der Erhaltung der Kraft, die sich wie ein roter Faden fast durch die ganze Zeit hindurchzieht, in welcher sich die Menschen überhaupt wissenschaftlich beschäftigt haben, sollte uns lehren, wie die Arbeiten von Philosophen und Naturforschern, weit davon entfernt, einander in Gegensatz zu stehen, sich vielmehr gegenseitig ergänzen. Daß die Naturforscher überhaupt auf den Gedanken kamen, in der Natur nach etwas Abstraktem zu suchen, das bei allem Wechsel der Erscheinungen konstant bliebe, und sich so eine Aufgabe stellten, deren glückliche Lösung für die Weiterentwicklung der Wissenschaft von weittragender Bedeutung werden sollte, das hat seinen Grund darin, daß sie die vorangegangene Geistesarbeit der Philosophen benutzen konnten.“ In diesem Sinne sind eben „alle wahrhaft großen Entdeckungen das Produkt einer langen Entwicklung“. So zeigt es im Anschluß an *Demokrit* — und gerade dadurch wird die vorliegende Schrift eben besonders lehrreich — besonders die *Kant-Laplace'sche Theorie*, und so vor allem auch die Auffindung des Prinzips von der Erhaltung der Kraft.

### Chimären und Pfropfmischlinge.

Von Privatdozent Dr. Johannes Buder, Leipzig.  
(Schluß.)

Die Existenzfähigkeit solcher Organismen wirft ein interessantes Licht auf die Beziehungen, die zwischen den einzelnen Zellen einer Gewebeschicht untereinander und zum Gesamtorganismus bestehen. Sie lehrt, daß trotz der spezifischen Verschiedenheiten der Zellen ein harmonisches Zusammenwirken zustande kommt: So konservativ auch die Zellen in ihren spezifischen Differenzierungen bleiben, in physiologischer Hinsicht leisten sie meist auf eine weitergehende Autonomie Verzicht und treten als Teile eines einheitlichen Organismus zu gemeinsamer, erfolgreicher Arbeit zusammen. Z. B. ist bei den haplochlamyden Chimären die Mantelkomponente, die ja nur aus der chlorophyllosen Epidermis besteht, auf die Lieferung der Assimilationsprodukte des Chimärenkernes angewiesen. Sie übernimmt dafür aber alle Funktionen, die sonst der eigenen Haut obliegen: Schutz gegen die Außenwelt, Regulierung der Transpiration usw. Bei diplochlamyden Formen wird die Hauptmasse des assimilierenden Gewebes von der Mantelkomponente gestellt, aber in der Zufuhr der notwendigen

Wassermengen und Nährsalze, in der Ableitung der Assimilate u. a. m., ist sie auf die Kernkomponente angewiesen. So erscheint das gegenseitige Verhältnis der beiden Partner als ein geradezu typisches Beispiel inniger mutualistischer Symbiose. Daß wirklich die Symbionten ihren physiologischen Aufgaben im allgemeinen „zur gegenseitigen Zufriedenheit“ gerecht werden, lehrt das nunmehr beinahe hundertjährige Alter des L. Adami. Nur bei der Korkbildung wird hier die Harmonie vorübergehend lokal gestört, wobei es zu merkwürdigen Gewebebildungen kommt, die vom entwicklungsmechanischen Standpunkte außerordentlich interessant sind, auf die wir aber hier nicht eingehen können<sup>1)</sup>.

Bei der Innigkeit der Symbiose ist es auffallend, daß es nur ganz unwesentliche Änderungen sind, die durch die tiefgreifende Milieuänderung an den Komponenten bewirkt werden. Sie beziehen sich meist auf Zellengröße und Zellenzahl einzelner Organe und sind jenen Modifikationen an die Seite zu stellen, die im ersten Abschnitt für die gewöhnliche Pffropfsymbiose namhaft gemacht wurden. Wie jene sind sie reversibel und verschwinden, wenn die Symbiose gelöst wird. Dies geschieht bei den Periklinalchimären nicht selten ohne besonderen experimentellen Eingriff. Es treten dann an den Mischlingen vollständig „reine“ Rückschläge zu den Komponenten, bald in Gestalt ganzer Sprosse, bald nur partiell an einzelnen Organen auf, eine Erscheinung, die für die Pffropfmischlinge außerordentlich charakteristisch ist und von jeher die größte Aufmerksamkeit der Forscher erregt hatte. Ihre Erklärung, die früher stets große Schwierigkeiten machte, ist unter den jetzt gewonnenen Gesichtspunkten sehr einfach. Es handelt sich gar nicht um eigentliche „Rückschläge“ in dem Sinne, wie wir dies Wort etwa bei sexuellen Bastarden gebrauchen, sondern nur um die artgleiche Ergänzung einer Komponente, etwa infolge abnormaler Teilungsvorgänge am Vegetationskegel. Wird z. B. in einer haplochlamyden Chimäre ein Teil des Dermatogens eines Vegetationskegels zerstört, so regeneriert das darunter liegende Gewebe eine neue „eigene“ Epidermis, und der Vegetationskegel besteht jetzt nur aus Zellen der inneren Komponente. Damit ist die Knospe, die aus dieser Partie entsteht, ein reiner Rückschlag geworden. Umgekehrt kann es geschehen, daß der Mantel sich durch perikline Wände gelegentlich zu einem Zellklomplex entwickelt, aus dem ein Rückschlag zur Mantelkomponente entstehen kann, ein Vorgang, der sich, wie man ohne weiteres verstehen wird, bei einem diplochlamyden Mischling leichter abspielen kann als bei einem haplochlamyden. Durch ähnliche Prozesse ist es auch zu erklären, wenn gelegentlich eine haplochlamyde in eine diplochlamyde Chimäre übergeht und umgekehrt.

<sup>1)</sup> Näheres darüber in der zitierten Arbeit des Verf. (1911).

Es leuchtet auch ohne weiteres ein, daß nicht immer eine ganze Knospe von diesen Vorgängen betroffen wird und zu einem totalen Rückschlag auswächst; das Verkümmern der fremden Mantelschicht kann auch ganz lokalisiert bleiben. So sind z. B. bei L. Adami solche partiellen Rückschläge von wenigen eingesprengten Zellgruppen bis zum totalen Rückschlag in allen Übergängen beobachtet worden.

Wie die Rückschläge ist nun auch eine andere Eigentümlichkeit der Pffropfmischlinge als ganz selbstverständliche Folge ihres Wesens anzusehen. Ihre Nachkommenschaft besteht immer nur aus artreinen Individuen einer einzigen Komponente. Das ist auch gar nicht zu verwundern, denn die Sexualzellen entstehen aus der zweiten Schicht von außen, sowohl die Pollenzellen wie die Eizellen. Es kann aus dem Samen daher nur die Komponente hervorgehen, die in der Periklinalchimäre die zweite Zellschicht geliefert hat.

Man hat nun seit altersher, als man das Wesen der Pffropfmischlinge noch nicht erkannt hatte, sie als Pffropf„bastarde“ bezeichnet und sie den sexuellen Bastarden an die Seite gestellt. Gemeinsam haben sie nur das „intermediäre Aussehen“ zwischen ihren Komponenten. Während dies aber in einem Falle auf einer wirklichen Mischung der artverschiedenen Potenzen in jeder einzelnen Zelle des Bastards beruht, liegt der Grund bei den Periklinalchimären nur in der Übereinanderlagerung von artreinen Schichten. Es handelt sich also, wenn man die „Mischung“ der Charaktere bei sexuellen und Pffropfbastarden nebeneinander stellt, um einen nur äußeren Vergleich. Dessen muß man sich bewußt werden, wenn man den Ausdruck „Pffropfbastarde“ für Periklinalchimären weiterhin anwenden will. Winkler hat es versucht, den Bastardbegriff so zu erweitern, daß auch die Chimären, und zwar sowohl die periklinalen wie die sektorialen darunter fallen, und bezeichnet die Komponenten, die die verschiedenen Gewebe geliefert haben, als die „vegetativen Eltern“ der „Pffropfbastarde“. Der Verfasser hält diese Definitionen nicht für glücklich, weil damit die Chimären, die ihrer Natur nach nichts anderes sind, als ein spezieller Fall der Pffropfsymbiose, mit den innerlich ganz verschiedenen sexuellen Bastarden in Parallele gesetzt werden und hat darum auch stets statt von Pffropf„bastarden“ von Pffropf„mischlingen“ gesprochen. Dieser Terminus, der schon vor Jahren von Focke geprägt wurde, wird der Tatsache gerecht, daß die morphologischen Eigenschaften der Pffropflinge gemischt in die Erscheinung treten, ohne gleichzeitig die Vorstellung zu involvieren, daß es sich um eine innige Vermischung des Idioplasmas der Eltern im Raum der einzelnen Zelle handle, eine Ideenverbindung, an die wir uns bei dem Worte Bastard allmählich gewöhnt haben und die für sexuelle Bastarde ja auch durchaus am Platze ist.

Als die experimentelle Erzeugung von Pffropf-

mischlungen geglückt war, wurde vielfach angenommen, daß eine Umwälzung der herrschenden Anschauungen über das Wesen der Vererbung die unmittelbare Folge wäre. Wenn diese Vermutung, wie wir sehen, nun auch irrig war und sich im Gegenteil die unerwarteten Befunde völlig zwanglos in den Rahmen bekannter Vorstellungen fügten, so haben dadurch die Pfropfmischlinge keineswegs an Interesse verloren. Mit der Einsicht, daß mehrere artfremde Zellschichten zu einem gemeinsamen Vegetationskegel zusammentreten können, drängte sich sofort ein Komplex von neuen Problemen hervor und gleichzeitig ergab sich die Möglichkeit, eine Reihe von alten Fragen von einer ganz neuen Seite anzugreifen. In einem interessanten Aufsatz hat Winkler<sup>1)</sup> kürzlich diese Möglichkeiten näher ausgemalt. Auf einige der Probleme war schon oben beiläufig hingewiesen worden: Wir haben jetzt ein Mittel in der Hand, festzustellen, welcher Wert den einzelnen Zellschichten für die morphologische Ausgestaltung der Organe zukommt, und eine geschickte Wahl geeigneter Komponenten verheißt Ergebnisse, die vom entwicklungsmechanischen Standpunkte das höchste Interesse verdienen. So wäre es z. B. höchst bedeutungsvoll, Periklinalchimären zwischen den männlichen und weiblichen Exemplaren diözischer Pflanzen zu erzeugen, also etwa bei Pappel und Weide u. a. m. Wie werden hier die Blüten gestaltet sein? Wird eine Komponente dominierenden Einfluß haben, oder werden gar Zwitterblüten gebildet oder monströse Formen? Auch auf dem Gebiete der Stoffwechselphysiologie können wahrscheinlich Chimären wertvolle Dienste leisten, wenn es etwa gelänge, Komponenten, die sich in einem der fraglichen Punkte abweichend oder gar entgegengesetzt voneinander verhalten, zu periklinaler Symbiose zu bringen.

Hier nur ein Beispiel: Bekanntlich werden die in den Blättern gebildeten Kohlehydrate meist in Form von Stärke gespeichert. Es gibt aber auch Pflanzen, die in der Regel keine Stärke, sondern nur Zucker bilden. Wie werden sich Periklinalchimären zwischen Stärke- und Zuckerformen verhalten?

Noch fruchtbarer aber als für die Stoffwechselphysiologie dürften geeignete Chimären, periklinale wie sektorale, für das Studium und die Analyse der Reizvorgänge werden. Wir wissen oder nehmen an, daß in bestimmten Fällen lokalisierte Perzeptionsorgane für Außenreize vorhanden sind. In der Epidermis ist z. B. bei den Ranken die Perzeption für Berührungsreize lokalisiert, bei den lichtempfindlichen Blättern sehen wir mit *Haberlandt* ebenfalls in den Epidermiszellen den Ort der Perzeption. Da drängt sich natürlich sofort die Frage auf, wie sich die verschiedenen Chimären zwischen solchen For-

men und Verwandten, die auf jene Reize nicht reagieren, verhalten. Wird der Besitz der präsumptiven Perzeptionsorgane die sonst nicht reagierenden Gewebe zur Reaktion veranlassen? Wird die „unempfindliche“ Epidermis jede Reaktion des reaktionsfähigen inneren Gewebes ausschließen? Manche solcher Chimären sind vielleicht sogar ziemlich leicht herzustellen. So gibt es z. B. unter den Solanumarten, die sich ja als ganz besonders befähigt zur Adventivknospen- und damit Chimärenbildung erwiesen haben, einige, wie *S. jasminoides*, die rankende Blätter besitzen. Die Herstellung von Chimären zwischen dieser und einer anderen nicht rankenden Art wird kaum große Schwierigkeiten machen. Auf die hervorragende Bedeutung, die solche Chimären für die Probleme der Reizleitung und der ganzen Reizkette von der Perzeption bis zur Reaktion haben müssen, sei nur im Vorbeigehen hingewiesen. Jeder, der in diesen Fragen einigermaßen Bescheid weiß, wird die wenigen hier gegebenen Beispiele beliebig vermehren können. Damit ist die Chimärenforschung zu einer wertvollen Methode der experimentellen Biologie geworden.

Um sie fruchtbar zu machen, kommt alles darauf an, möglichst viel verschiedene Chimären herzustellen. Da drängt sich denn die Frage auf, für welche Pflanzen die Erzeugung von Periklinalchimären theoretisch möglich sei und ob es etwa Faktoren gäbe, die von vornherein den Erfolg eines Herstellungsversuches ausschließen könnten. Unumgänglich notwendig ist es jedenfalls, daß die beiden Partner einen geschichteten Vegetationskegel besitzen, was ja nicht bei allen Pflanzen der Fall ist. Die Farne z. B. und Schachtelhalme, überhaupt alle Gefäßkryptogamen haben einen abweichenden Wachstumsmodus, da sich bei ihnen die Gewebe von einer einzigen Scheitelzelle ableiten. Voraussetzung für ein gemeinsames Wachstum ist selbstverständlich auch eine nicht allzuferne Verwandtschaft, so daß eine erfolgreiche Pfropfung ohne Schwierigkeit durchführbar ist. Dann dürfte aber auch — nach unseren bisherigen Erfahrungen zu urteilen — im allgemeinen die Entstehung von Chimären möglich sein. Ob sie aber häufiger oder nur selten auftreten, hängt in erster Linie von der Fähigkeit der Partner ab, Adventivknospen im Wundgewebe leicht oder nur schwer zu bilden. Je größer die Neigung hierzu ist, um so eher sind Pfropfmischlinge zu erwarten. Aber damit allein ist es auch noch nicht getan. Oben wurde bei der Schilderung der Entstehung von Adventivknospen auf solche Fälle exemplifiziert, wo sie sich aus mehreren Initialzellen ableiten: es sind aber auch Beispiele dafür bekannt, daß die Adventivknospe aus einer einzigen Zelle deriviert, wie bei den Begonien, die sich deshalb kaum zur Bildung von Chimären werden zwingen lassen.

Die Zahl der bisher bekannten Pfropfmischlinge ist freilich noch ziemlich gering. Doch

<sup>1)</sup> Winkler, Die Chimärenforschung als Methode der experimentellen Biologie. Sitzber. Phys. Med. Ges. Würzburg 1913.

steht zu hoffen, daß, nachdem einmal die Wege zu ihrer experimentellen Herstellung gefunden sind, sie auch in größerer Mannigfaltigkeit zwischen anderen Partnern entstehen. Dies wird vor allem glücken, wenn es gelingt, die Bedingungen zur Bildung von Adventivknospen noch mehr in die Hand zu bekommen, als dies bisher der Fall ist.

## Besprechungen.

**Kochalsky, Arthur, Das Leben und die Lehre Epikurs.** *Diogenes Laertius Buch X.* Übersetzt und mit kritischen Bemerkungen versehen von *Arthur Kochalsky.* Leipzig-Berlin, B. G. Teubner, 1914. Preis geh. M. 1,80, geb. 2,40.

*Epikur* ist in erster Linie allgemein bekannt als Begründer der nach ihm benannten ethischen Grundrichtung. Diese aber hängt eng zusammen mit seiner Naturphilosophie, welche im wesentlichen, wenn auch in mehrfach modifizierter Weise, die Lehre *Demokrits* erneuerte. Bei der großen Bedeutung, welche die letztere für die gesamte geschichtliche Entwicklung der Naturerkenntnis, auch der modernen Naturwissenschaft, besitzt, hat darum die Lehre und die Persönlichkeit *Epikurs* auch für den historisch und philosophisch interessierten Naturforscher erhebliches Interesse. Sie hat dies um so mehr, als die Lehre *Demokrits* im Altertum wie in der Neuzeit durch keine Schrift so bekannt geworden und ausgebreitet worden ist, als durch das berühmte Lehrgedicht „De natura rerum“ von *Lukrez*, der ein Jünger *Epikurs* war (vgl. oben S. 29 ff. den Artikel „*Demokrit* und die moderne Naturwissenschaft“).

Nächst dem Werke von *Lukrez* ist als Quelle für die Kenntnis der Epikureischen Lehre, ebenso wie seiner Persönlichkeit, besonders wichtig der bekannte spätgriechische Historiker der Philosophie *Diogenes Laertius*, der zehn Bücher über Leben und Lehren berühmter Philosophen geschrieben und im zehnten auch über *Epikur* berichtet hat. Seine Darstellung ist um so interessanter, als er in ausgedehntem Maße *Epikur* selbst zu Worte kommen läßt, u. a. drei ausführliche Briefe, in denen er sich über seine Lehre verbreitet, mitteilt, ferner auch Aphorismen, von denen eins lautet: „Wenn die bangen Fragen über die Dinge da droben und über den Tod, ob er uns nicht vielleicht doch etwas angehe, sowie das Nichtwissen der Grenzen der Schmerzen und Begierden uns nicht beunruhigten, so hätten wir wohl keine Naturlehre nötig.“

Diese Darstellung von *Diogenes Laertius* erscheint nun hier zum ersten Male in einer sachgemäßen, in lesbarem Deutsch gehaltenen Übersetzung. Hinsichtlich der kritischen Behandlung des Textes hat der Verfasser sich natürlich eng an die *Epicurea*, das bekannte grundlegende Werk des hervorragenden Bonner Philologen *Usener*, angeschlossen, in dessen Schule die *Epikur*-Studien ja eine besonders eifrige Pflege fanden. Indessen weicht er doch auch öfter von *Usener* ab, worüber im Anhang Rechenschaft gegeben wird. Die kritische Sorgfalt der Arbeit verdient ebenso Anerkennung, wie die Flüssigkeit und leichte Lesbarkeit der nicht leichten Übersetzung. Die kleine Schrift bietet jedenfalls eine vortreffliche Grundlage für jede nähere Beschäftigung mit der Gedankenwelt *Epikurs*.

M. Kronenberg, Berlin.

**Planck, Max, Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit.** Rede, gehalten bei der Feier zum Gedächtnis des Stifters der Berliner Friedrich-Wilhelms-Universität, am 3. August 1914. Leipzig, Joh. Ambros. Barth, 1914. Preis M. 1,—.

Die Gesetze der Physik lassen sich in zwei große Gruppen teilen, in dynamische und statistische. Diejenigen Erscheinungen, die dynamischen Gesetzmäßigkeiten unterliegen, erfolgen mit absoluter Notwendigkeit, sind bis ins kleinste exakt kontrollierbar und reversibel. Sie werden beherrscht von dem Prinzip der kleinsten Wirkung, das den Energiesatz in sich schließt. Ihnen gegenüber steht die Gruppe aller derjenigen Erscheinungen, die im Kleinsten unkontrollierbar und irreversibel vor sich gehen. Ihr Ablauf ist nicht mit absoluter Sicherheit, sondern nur mit mehr oder weniger großer Wahrscheinlichkeit vorauszusagen, er wird also nach den Methoden der Statistik berechnet, die aus einer großen Reihe gleichartiger Einzelbeobachtungen Durchschnittsgesetze bildet.

Wie unter den dynamischen Gesetzen das Energieprinzip, so steht unter den statistischen Gesetzen der zweite Hauptsatz der Thermodynamik an erster Stelle.

Den geschilderten Unterschied dynamischer und statistischer Gesetzmäßigkeit erläutert der Verfasser durch zwei anschauliche Beispiele. Der Niveaueausgleich einer Flüssigkeit in kommunizierenden Röhren ist ein Vorgang, dessen Richtung und Ablauf in allen Einzelheiten durch das Energieprinzip eindeutig und vollständig bestimmt wird. Er gehört also in das Gebiet der reinen Dynamik.

Der Temperatenausgleich durch Wärmeleitung dagegen ist ein in seinen kleinsten Einzelheiten unbekannter Vorgang, dessen durchschnittlicher Ablauf durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik geregelt wird, also durch ein statistisches Gesetz.

F. Reiche, Berlin.

**Bragg, W. H., Durchgang der  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - und Röntgenstrahlen durch Materie.** Deutsch von *Max Iklé.* Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1913. VI, 241 S. und 70 Fig. Preis geh. M. 6,80, geb. M. 7,80.

Das vorliegende Buch hat es sich zur Aufgabe gestellt, eine Übersicht über ein Gebiet zu liefern, in dem der Verfasser selbst hervorragend tätig gewesen ist. Die Arbeiten *Braggs* über den Durchgang der  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen durch Materie haben wohl überhaupt diesem Gebiet erst zu der Wichtigkeit verholfen, die es heutzutage besitzt. Es wird daher den auf radioaktivem Gebiete Arbeitenden diese Zusammenfassung um so mehr willkommen sein, als vieles davon in ausländischen, nicht immer leicht erhältlichen Zeitschriften verstreut ist.

Das Buch *Braggs* ist an keinen weiten Leserkreis gerichtet, sondern eben nur an die, die selbst auf diesem Gebiete tätig sind. Es ist vielleicht nützlich, dies zu betonen, denn es ist bekannt, daß *Bragg* zum Teil Hypothesen verteidigt, bei denen er nicht auf die Zustimmung aller Fachgenossen rechnen kann; so z. B. bei seiner Korpuskulartheorie über die Konstitution der Röntgenstrahlen. Und wenn *Bragg* in seinem Buche auch keineswegs nur die eigenen Arbeiten berücksichtigt, sondern vielmehr einen kritischen Überblick über das ganze Gebiet geben will, so wird doch erst der mit dem Gebiete bereits etwas vertraute Leser den Nutzen ziehen, den der Referent für den *wesentlichsten* des Buches halten möchte, nämlich aus Kritik und Gegenkritik reiche Anregung schöpfen zu können.

E. Regener, Berlin.

**Weinhold, Adolf F., Physikalische Demonstrationen.** Fünfte Auflage. Dritte Lieferung. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1912. XII, S. 705—1097. Preis geh. M. 11,—.

Die vorliegende dritte Lieferung des Weinhold'schen Werkes über physikalische Demonstrationen bringt die fünfte Auflage des Buches zum Abschluß. Das Weinhold'sche Buch ist so bekannt, daß über die Art und Weise der Behandlung des Stoffes nichts gesagt zu werden braucht. Die vorliegende Auflage bringt fast auf allen Gebieten Ergänzungen, die den Fortschritten der Wissenschaft entsprechen. Sie werden dem Kenner des Weinhold'schen Buches willkommen sein. Nach der Ansicht des Referenten würde das Buch noch wertvoller geworden sein, wenn der Verfasser nicht nur Fehlendes ergänzt, sondern auch unmodern gewordene Apparate durch neuere ersetzt hätte. Zwar ist das Buch ja in erster Linie für den Unterricht an höheren Schulen berechnet, doch wird auch dieser Unterricht mit Vorteil diejenigen Apparate benutzen, die der spätere Student auf der Hochschule gebrauchen wird. So ist nach Ansicht des Referenten die Geißler'sche Quecksilberluftpumpe mit Hähnen überlebt, weil sie nicht das Vakuum erreichen läßt, das heute bei den meisten Arbeiten mit der Luftpumpe im Laboratorium gefordert wird; an ihre Stelle sollte die Töpler'sche Pumpe mit Quecksilbersperrung treten. Auch das Quadrantelektrometer in der Thomsonschen Form ist veraltet. Wir besitzen in der Konstruktion von *Dolezalek* ein Quadrantelektrometer, das bei passender Wahl des (Wollaston-) Fadens sowohl den Anforderungen der Feinmessung wie denjenigen der Demonstration gerecht wird und dabei weitaus bequemer zu handhaben ist als die älteren Formen. Auch die Influenzmaschine hat in letzter Zeit wichtige Umänderungen erfahren, die ihre Leistungsfähigkeit sehr erhöht haben.

*E. Regener, Berlin.*

**Nansen, Fridtjof, Sibirien ein Zukunftsland.** Leipzig, F. A. Brockhaus, 1914. X, 383 S., 154 Abbildungen und 3 Karten. 8°. Preis M. 10,—.

Ein in dem gegenwärtigen Augenblick des Weltkrieges doppelt interessantes Werk, in welchem der berühmte norwegische Polarreisende den Verlauf einer von Anfang August bis Ende Oktober 1913 ausgeführten Studienreise einem größeren Publikum schildert. Es galt bei dieser Reise nichts Geringeres, als einen neuen ernstlichen Versuch zu machen, eine dauernde Handelsverbindung mit dem Innern Sibiriens durch das Karische Meer zur Jenisseimündung zu eröffnen. Es hatte sich zu diesem Zwecke, dank der Initiative eines Herrn *Jonas Lied* und unter seiner Leitung eine „Sibirische Gesellschaft“ mit norwegischem und englischem Gelde gebildet, welche bereits im Jahre 1912 einen ersten Versuch, freilich mit ungünstigem Ausgang, gemacht hatte. Im Jahre 1913 wurde dieser Versuch mit dem Dampfer „Korrekt“ von Tromsø aus wiederholt und *F. Nansen* zur Teilnahme als Gast der Gesellschaft eingeladen. Als zweiter Gast fuhr der langjährige Sekretär der russischen Gesandtschaft in Kristiania, *O. G. Loris-Melikow*, von Geburt ein kaukasischer Armenier, als Dolmetscher mit, ferner *St. Wostrotin*, ein Goldminenbesitzer aus Jenisseisk, ehemaliger Bürgermeister dieser Stadt und derzeitiges Mitglied der Duma für das Gouvernement Jenisseisk. Auch der schon erwähnte Direktor der „Sibirischen Gesellschaft“, *Jonas Lied*, nahm an der Expedition teil.

Die Fahrt des „Korrekt“ führte von Norwegen aus durch das Karische Meer bis in die Jenisseimündung. Weiter stromaufwärts ging es mit einem kleinen Motorboot „Omul“ bis Jenisseisk, wo man am 21. September 1913 eintraf. Die Erlebnisse und Beobachtungen auf diesem ersten Teil der Reise schildert *Nansen* in Kap. 1—11. Der lebhaften und anschaulichen Darstellung des Reiseverlaufs in Gestalt eines Tagebuches sind mehrfach wertvolle, zusammenfassende Abschnitte über Land und Leute eingefügt. Z. B. über das Leben der Samojeden auf der Halbinsel Jamal (S. 26 ff.), über die Szenerie der Jenissei-Ufer (S. 54 ff.), über den Fischfang auf dem Jenissei (S. 83 ff.), über Tundra und Taiga (S. 126 ff.), über die Jenissei-Ostjaken (S. 175 ff.), über die Jenissei-Goldminen (S. 183 ff.). Ein besonders ausführliches Kapitel ist den Samojeden als Volksstamm gewidmet (Kap. V).

Von Jenisseisk bis nach Krasnojarsk wurde die Reise in dem berüchtigten russischen Tarantas fortgesetzt, dessen Annehmlichkeiten und Nachteile *Nansen* auf den S. 207 ff. anschaulich und humoristisch schildert. In Krasnojarsk endete der erste Teil der Expedition, welche das Ziel gehabt hatte, den Jenissei und seine Flußschiffahrtsbedingungen kennen zu lernen. In einem Vortrag vor der Sektion Krasnojarsk der Kaiserlich Russischen Geographischen Gesellschaft faßte *Nansen* schon auf der Reise seine Erfahrungen erstmalig zusammen (Ansichten, auf welche noch zurückzukommen sein wird).

Von Krasnojarsk aus wurde die Reise zusammen mit dem Direktor des Kaiserlich Russischen Eisenbahnbauwesens, Ingenieur *Wourtsel*, und zwar auf Einladung und auf Kosten des russischen Verkehrsministeriums auf der Trace der Großen Sibirischen Eisenbahn über Irkutsk, Zizikar, Wladiwostok bis nach Chabarowsk fortgesetzt. Der zweite Teil des Buches, Kap. 13—15, berichtet Näheres darüber.

In diesen Abschnitt des Werkes ist ein äußerst interessantes Kapitel über Kolonisation und Entwicklung Sibiriens eingeschoben, welches von einem gründlichen Studium der einschlägigen Literatur und des neuesten statistischen Zahlenmaterials Zeugnis ablegt. Die hier von *Nansen* gegebene wirtschaftliche Beurteilung Sibiriens hält sich frei von jeglicher Übertreibung und kann als eine treffliche, objektive Charakteristik auf wissenschaftlicher Grundlage eingehendster Beachtung dringend empfohlen werden. Auch in Irkutsk und in Chabarowsk wurde der norwegische Forscher von den dortigen geographischen Gesellschaften mit größter Aufmerksamkeit empfangen und zu Vorträgen über die Ergebnisse seiner Reise veranlaßt.

Die Beschreibung des dritten Teils von *Nansens* Sibirienfahrt ist deswegen von so besonderem Interesse, weil dieselbe eine genaue Darstellung der wenig bekannten augenblicklichen Verhältnisse auf der noch nicht dem Betrieb übergebenen Amur-Eisenbahnstrecke enthält (Kap. 16—19). Diesem dritten Reiseabschnitt ist ein zusammenfassendes Kapitel über Natur und Wirtschaft des Amurgebietes und über die Amurbahn (17. Kap.) sowie ein hochinteressanter Abschnitt über Rußland im Osten und die gelbe Frage (16. Kap.) eingefügt. Hier spricht nicht nur der Gelehrte, sondern auch der politisch und staatsmännisch denkende und scharfsinnig beobachtende Forscher zum Leser. Mit sicherem Blick ist von *Nansen* im Amur- und Usurgebiet die große, den Russen Ostasiens drohende Gefahr der Über-



schwemmung mit chinesischen Arbeitern und Kolonisten, eine wahrhafte gelbe Gefahr großen Stiles, erkannt worden. *Nansen* warnt und erkennt besonders für ein geschwächtes Rußland die Größe der Gefahr.

In ihrer Kürze und klaren Präzision gehören diese Abschnitte zu dem Besten, was deutsche Leser zur Orientierung über die politisch so bedeutungsvollen Verhältnisse Rußlands im fernen Osten lesen können.

Das Schlußkapitel des Buches, Kap. 20, kommt nochmals auf den Ausgangspunkt des ganzen Unternehmens, auf das Hauptziel der ganzen Reise, die Prüfung der Schifffahrtsmöglichkeiten durch das Karische Meer zur Ob-Jenissei-Mündung zurück. Nach kurzen Angaben über den Verlauf zweier weiterer, im gleichen Jahr, 1913, unternommener Karisches Meer-Fahrten geht der Verfasser auf eine Prüfung der Gesamtheit der seit 1580 immer wieder versuchten Fahrten zur Erzwungung der Nord-Ost-Durchfahrt ein, um sich auf diese Weise die Aussichten für eine regelmäßige Schifffahrt durchs Karische Meer klarzumachen. Das Ergebnis dieser Übersicht beweist für *Nansen*, daß die Eisverhältnisse im Karischen Meer von einem Jahr zum andern sehr wechseln können. Die Übersicht zeigt aber auch, wie auffallend selten in neuerer Zeit Schiffe nicht durch jenes Meer gekommen sind, wenn sie es ernstlich versuchten. *Nansen* glaubt daher, daß es bei den reichen Hilfsmitteln unserer Zeit nur in Ausnahmefahren unmöglich sein wird, die Eishindernisse im Karischen Meer zu überwinden und keinen Weg nach der Ob- und Jenisseimündung zu finden. Systematisch fortgesetzte Untersuchungen über die Eisverhältnisse, über Klima und Strömungen, auch mit Hilfe von Motorkuttern und unter Verwendung von Flugzeugen und drahtlosen Telegraphenstationen werden als Mittel zur Verbesserung der jetzt noch unsicheren Schifffahrtsverbindungen vorgeschlagen.

Da nach allem, was aus *Nansens* Buch hervorgeht, die wirtschaftlich interessierten und vorwärtsstrebenden Kreise Sibiriens einer guten und sicheren Schifffahrt von Europa aus nach dem Ob und Jenissei die größte Bedeutung zusprechen für die Entwicklung der großen, bisher viel zu wenig ausgenutzten wirtschaftlichen Möglichkeiten Sibiriens, so sollte kein Opfer gescheut werden, um zum Ziele zu gelangen. Das freilich kann nur im Frieden geschehen, und gleich *Nansen* wird sich manchem Leser bei Lektüre des vorliegenden Werkes der Gedanke aufdrängen: „Was hätte sich alles schaffen lassen, wenn die Summe von Kraft und organisatorischer Tüchtigkeit, die Begeisterung und selbstlose Aufopferung, die sich im Völkerkriege 1914 so großartig entfalten, auf das eine Ziel wäre gerichtet worden, sich die Erde dienstbar zu machen — dort im Osten ist noch Raum in Fülle!“

Ein ganz besonderes Lob verdienen die Abbildungen. Sie sind wirkliche Charakterbilder von Land und Volk. Fast alle entstanden auf dieser Reise und sind Nachbildungen von Originalphotographien.

Max Friederichsen, Greifswald.

#### Kleins Jahrbuch der Astronomie und Geophysik.

Herausgegeben von Dr. Theodor Arldt. XXIV. Jahrgang 1913. Leipzig, Eduard Heinrich Mayer, 1914. XII, 384 S. und 6 Tafeln. Preis M. 12,—.

Das Jahrbuch hat auch unter dem neuen Herausgeber seine frühere Gestalt behalten. Es berichtet über die wichtigsten Veröffentlichungen des Jahres, sowohl Beobachtungen wie theoretische Untersu-

chungen, in den Gebieten der Astronomie und Geophysik (einschließlich Meteorologie) in so eingehender Weise, daß es in den meisten Fällen unnötig sein wird, auf die Originalarbeiten zurückzugehen.

W. Kruse, Königsberg (Pr.).

### Kleine Mitteilungen.

Die australische Südpolexpedition, die unter Dr. *Mawsons* Leitung vom Januar 1912 bis Februar 1914 in der Antarktis tätig gewesen ist, muß nach *Amundsens* Expedition zum Südpol als die erfolgreichste aller Südpolexpeditionen angesehen werden. Auf der Ausreise von Hobart in die Antarktis wurde auf der Macquarie-Insel eine Station für drahtlose Telegraphie errichtet, die sich als Zwischenstation trotz häufiger Stürme und elektrischer Störungen ausgezeichnet bewährte. Die Hauptinsel wurde kartographisch aufgenommen und geologisch untersucht; sie war noch in jüngster geologischer Vergangenheit stark vergletschert und besitzt heute nur eine spärliche Vegetation, aber reiches Tierleben. Die einst zahlreichen Robben sind infolge planloser Raubjagd fast völlig verschwunden, aber See-Elefanten sind noch zahlreich anzutreffen. Das Expeditionsschiff „Aurora“ erreichte im Januar 1912 das eisbedeckte Adélie-Land unter 65° 50' s. Br. und 145° L. und setzte in der Commonwealth-Bai *Mawson* mit 17 Gefährten an Land, wo die Hauptstation errichtet wurde. Dann fuhr das Schiff, beständig lotend, westwärts entlang der als Wilkes Land bezeichneten Küste, von der aber nur an einigen Stellen Land entdeckt werden konnte, während eine Landung der schwierigen Eisverhältnisse wegen überhaupt unmöglich war. Unter 66° s. Br. und 94° 23' östl. L. erfolgte am 6. Februar auf einer Eisbarriere in unmittelbarer Nähe von Kaiser-Wilhelm-II.-Land die Ausschiffung der übrigen Expeditionsteilnehmer, die unter *Wild* hier eine zweite Station gründeten. Die beiden Stationen *Mawsons* und *Wilds* lagen in der Luftlinie ungefähr 2000 km voneinander entfernt. Von beiden Abteilungen wurden bereits im Südsommer 1912 größere Streifzüge ins Innere unternommen; die Hauptgruppe in der Commonwealth-Bai unternahm gleichzeitig fünf Schlittenexpeditionen, die insgesamt 2400 Meilen zurücklegten. Eine Expedition ging auf der gefrorenen See ostwärts bis 150° 21' östl. L., besuchte mehrere Vorgebirge, deren eins 300 m Höhe erreichte und aus rotem Sandstein und Dolerit bestand, der auch in der Endmoräne bei der Hauptstation zahlreich gefunden wurde, und benannte das Land König-Georg-V.-Land. Eine Abteilung, Lt. *Bage* und drei Mann, drang auf dem Lande 300 Meilen südwärts und gelangte bis in die Nähe des magnetischen Südpols in 2000 m Höhe. *Mawson* ging mit Dr. *Merz* und Leut. *Ninnis* südwärts in der Richtung nach Viktorialand; hierbei fand *Ninnis* am 14. Dezember 1912 durch einen Sturz in eine Gletscherspalte seinen Tod, während *Merz* 25 Tage später den Anstrengungen der Reise erlag. *Mawson* war hierauf gezwungen, allein über das zerklüftete Inlandeis zu marschieren, gelangte aber am 8. Februar glücklich wieder zur Station, wenig Stunden nach der Abfahrt der „Aurora“, die die Expedition hatte an Bord nehmen wollen. Die Westgruppe vermochte unter *Wilds* Führung ungefähr 800 Meilen Schlittenreisen auszuführen und dabei 400 km neue Küsten aufzunehmen und den Gaußberg auf Kaiser-Wilhelm-II.-Land zu erreichen.

Die neue Küste, die aus Gneis und Schiefer aufgebaut ist, wurde Königin-Mary-Land und die größte der zahlreichen vorgelagerten Inseln Drygalski-Insel benannt. Diese Abteilung wurde am Ende des Südsommers 1912/13 von der „Aurora“ wieder an Bord genommen und glücklich nach Sydney gebracht, während die Mitglieder der Hauptgruppe noch ein weiteres Jahr bei der Station an der Commonwealth-Bai blieben und erst im Februar 1914 wieder nach Adelaide zurückkehrten. Die *wissenschaftliche Ausbeute* der zweijährigen Expedition besteht in der Aufnahme von ungefähr 1800 km bisher unbekannter Küste zwischen Adélie-Land und Kaiser-Wilhelm-II.-Land, in 3000 prächtigen Photographien und reichem meteorologischen Beobachtungsmaterial. Adélie-Land hat sich als ein überaus stürmisches Gebiet erwiesen, die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit betrug 22 Sekundenmeter, im Tagesmittel wurden Werte von 40 Sekundenmetern erreicht und zuzeiten steigerte sich der Sturm zu 89 m Sekundengeschwindigkeit. Monate hindurch hörten die Schneestürme nicht auf, der Driftschnee sättigte sich mit Elektrizität und an den Fingerspitzen, an der Nase und an den Kleidern konnte man dann das St.-Elms-Feuer betrachten. Der von den Hochflächen des Innern zur Küste wehende Wind hatte föhnartigen Charakter, weshalb sich auch die Temperatur auf der Station nicht allzu sehr erniedrigte und die Küste nicht mit Eis verbarrikadiert war. Durch zahlreiche Lotungen konnte festgestellt werden, daß der Kontinentalsockel in diesem Quadranten der Antarktis steil zum Meere hin abfällt; an der Commonwealth-Bai ergaben Lotungen bis 120 km von der Küste Tiefen von 73, 218, 418, 327, 382 und dann plötzlich 2693 m.

F.

Über die Arbeitsleistung der Infanterie- und Artilleriegeschosse machte Professor Dr. Cranz in einem Vortrag sehr interessante Mitteilungen, worüber wir dem *Bayerischen Industrie- und Gewerbeblatt* 1914, S. 312, das folgende entnehmen: Bei dem *deutschen Infanteriegewehr* M. 98 beträgt die Pulvermenge für einen Schuß 3,2 g, bei deren Explosion 2762 Wärmeinheiten, entsprechend einer Energie von 1170 Meterkilogramm, frei werden. Fast ein Drittel dieser Energiemenge wird dazu verbraucht, dem Geschöß seine große Geschwindigkeit zu verleihen, die 820 m in der Sekunde beträgt; durch die im Gewehrlauf angebrachten Züge erhält das Geschöß eine rotierende Bewegung. Bei dem Schuß tritt eine beträchtliche Erwärmung des Gewehrlaufes ein, worauf fast ein Viertel der oben genannten Energie entfällt. Die Hauptmenge der Energie, nämlich etwa 45 %, bleibt aber an der Mündung des Gewehrlaufes unbenutzt und ist teils in den heißen Pulvergasen, teils in dem Knall enthalten. Zum Durchlaufen des Gewehrrohres braucht das Geschöß etwa  $\frac{1}{2000}$  Sekunde; während dieser Zeit steht der Gewehrlauf unter dem hohen Druck von 3500 Atmosphären.

Bei dem bisher größten *Schiffsgeschütz* von 40,6 cm Kaliber, das den neuen 42-cm-Mörsern sehr nahe kommt, ist die Mündungsenergie, die dem Geschöß seine Geschwindigkeit verleiht, fast 41,5 Millionen Meterkilogramm. Um von dieser gewaltigen Energie eine Vorstellung zu geben, vergleicht sie Prof. Cranz sehr treffend mit der Wucht eines Granitblockes von 10 m Länge, 10 m Breite und 5 m Höhe, der 33 m tief herabstürzt. Bei dem Kruppschen 30,5-cm-Schiffsgeschütz wiegt das Geschöß 445 kg und die Mündungsgeschwindigkeit beträgt 820 m in der Sekunde. Die

Schußweite beträgt ungefähr 20 km, welche Strecke das Geschöß in etwa 95 Sekunden zurücklegt. Bei einem Schuß in der genauen Nord-Süd-Richtung tritt hierbei eine Abweichung des Geschosses nach der Seite von 160 m ein, was auf die Drehung der Erde zurückzuführen ist. S.

Die bekannte Erscheinung des *Ausgleitens der Insektenbeine an wachsbefleckten Pflanzenteilen*, z. B. an der Kanteninnenfläche der Nepenthesarten, beruht nicht auf der Glätte oder der chemischen Beschaffenheit des Wachses, sondern allein auf der leichten Ablösbarkeit der einzelnen Wachsteilchen, die sich an den Haftlappen der Insekten festsetzen, so daß diese unwirksam werden. Aus einer Reihe von Versuchen, welche Knoll (*Jahrb. wiss. Bot. LIV.*) mit Ameisen ausführte, geht dies unzweifelhaft hervor. Die hier in Rede stehenden Wachüberzüge lassen sich durch Reiben mit dem Finger oder mit Watte entfernen, und eine Ameise kann mit Hilfe ihrer Haftlappen überall dort, wo dies geschehen ist, sich leicht in jeder Richtung bewegen; sobald sie aber an Stellen kommt, an denen der Wachüberzug unversehrt ist, sucht sie dort vergeblich mit den Vorderbeinen Halt zu bekommen, wobei sie immer von Zeit zu Zeit eine umständliche Reinigung ihrer Haftlappen vornimmt. Derartige für Ameisen ungangbare Flächen lassen sich auch künstlich herstellen durch Bestäuben einer blanken Glasplatte mit Talkumpulver oder mit Ruß. Daß Wachs als solches eine Fläche für die Ameisen nicht unbesteigbar macht, wird außerdem noch durch folgende Versuche bewiesen: Bei *Cotyledon pulverulenta* kann die dicke oberflächliche Wachsschicht mit einem Pinsel entfernt und das feine Pulver gesammelt werden. Obwohl auf der Epidermis eine „Glasur“ aus dicht stehenden glatten Wachsschollen zurückbleibt, können die Versuchstiere doch auf ihr in jeder Richtung herumklettern, wobei sie ihre Haftlappen benützen. Wenn das von *Cotyledon* gewonnene Wachspulver auf eine von Wachs befreite Epidermis wieder aufgetragen wird, so erweist sich diese von neuem als unbesteigbar für Ameisen. Ebenso eine Glasplatte, die in derselben Weise bestäubt ist. Wird aber eine solche Platte erwärmt, so daß das schmelzende Wachs fest haftet, so können die Versuchsameisen wieder leicht an ihr emporklettern. Interessant ist auch Knolls neue Erklärung der Wirkungsweise der halbmondförmigen umgewandelten Spaltöffnungsschließzellen in der Gleitzone der Nepenthesarten, von denen auch früher schon angenommen wurde, daß sie in Beziehung zum Insektenfang stünden. Knoll konnte beobachten, daß ein Insekt bei seinen Bemühungen, auf der Gleitzone einen Halt zu bekommen, jedesmal, wenn es mit den Vorderbeinen über einen der nach abwärts gerichteten Vorsprünge streicht, einen kleinen Stoß erhält und so in „rüttelnde Bewegung“ gerät, wodurch ihm das Festhalten erschwert wird. K. T.

## Zeitschriftenschau.

Geologische Rundschau, Bd. V, Heft 5/6, Oktober 1914.

Zur *Paläogeographie des Mainzer Beckens*; von W. Wenz. An der Hand von 7 Übersichtskärtchen und 1 Tafel werden die einzelnen Phasen der Sedimentation im Mainzer Becken dargestellt vom Mittel-Oligozän an bis zur Diluvialzeit. Dabei sind die Faziesverhältnisse

der einzelnen Stufen sowie die tektonischen Vorgänge, die sie begleiten, besonders berücksichtigt.

*Die Eiszeit in den nordjapanischen Alpen; von K. Oseki.* Ein Beitrag zur Beantwortung der noch offenen Frage, ob die Spuren einer Eiszeit auch in Japan nachweisbar sind. Verf. bringt aus den nordjapanischen Alpen überzeugende Darstellungen von Karen und Moränenwällen. Diese Zeugen der Eiszeit reichen (bei einer Breite von etwa 36°) bis ungefähr 2500 m Meereshöhe herab und lassen auf eine Depression der Schneegrenze von mehr als 700 m schließen.

*Beiträge zur Kenntnis von Tektonik und Glazial der bolivianischen Ostkordillere; von Th. Herzog.* Der Faltenbau der Kordillere (mit NW—SO-Streichen) im N und NW von Cochabamba wird an der Hand von Karten, Profilen und Panoramen geschildert. Die schon früher an einzelnen Punkten erkannten Glazialerscheinungen konnten über das ganze Hochgebirge verfolgt werden.

*Revision der geologischen Zeittafel für Nordamerika; von Ch. Schuchert und J. Barrell.* Es werden die verschiedenen Grundlagen erörtert, auf denen die geologische Zeiteinteilung für den nordamerikanischen Kontinent beruht, von Schuchert für den bihistorischen Zeitraum, von Barrell für den vorkambriischen Abschnitt. Die beigefügte Zeittafel geht bis zu den Formationsabteilungen (oder Stufen) herab.

*Die Eisenerzlagerstätten von Bilbao; von P. Grosch.* Eine zusammenfassende Besprechung der älteren und neueren Arbeiten über die metasomatische Lagerstätte mit einer geologischen Übersichtskarte.

*Alaska in den Jahren 1911, 1912; von Karl Henning.* Eine ausführliche Besprechung der bedeutsamen Fortschritte in der Erforschung Alaskas durch amerikanische Geologen während der Jahre 1911 und 1912.

*Über die geologische Bedeutung der Tiefseegräben; von E. Horn.* Die geologische Stellung der Tiefseegräben wird vom Verf. dahin gedeutet, daß sie die Vorstufen für Gebirge von alpinem Typus darstellen, die im Entstehen begriffen sind. Die Entwicklungsstadien der Faltengebirge sind nach ihm: 1. *Großflexur* = einseitig gebaute Großfalte; 2. *ostasiatischer Typus*, isoklinaler Schollenbau mit geringer Aufpressung des gehobenen Schollenrandes; 3. in Zonen gegliederter *Inselbögen mit Vortiefe*, isoklinaler Schollenbau und Überschiebung des Randes über die Vortiefe; 4. *Typus der alpinen Gebirge* = komplizierter Bau von Schollen- und Deckenüberschiebungen. Auch das Verhältnis des Vulkanismus zu diesen Typen wird erörtert. Die Zerrungstheorie v. Richthofens wird abgelehnt. Schematische Zeichnungen, Profile und Ansichten dienen zur Erläuterung.

#### Physikalische Zeitschrift vom 15. Dezember 1914.

*Zur Frage der isotopen Elemente; von K. Fajans.* Aus der Vertretbarkeit der Salze isotoper Elemente in Mischkristallen und der Gleichheit ihrer molaren Löslichkeit folgt thermodynamisch, daß im Gleichgewicht das Verhältnis der Isotopen in zwei Phasen das gleiche sein muß, d. h. ihre Untrennbarkeit durch fraktionierte Kristallisation. Ein interessantes Gedankenexperiment von M. Póányi macht die thermodynamische Verschiedenheit zweier Isotopen evident, nur Gebrauch machend von der Verschiedenheit ihres Gewichts. Die von Hevesy und Paneth als Beweis für die elektrochemische „Vertretbarkeit“ angeführten Versuche werden diskutiert.

*Zur Theorie der Lippmannschen Farbenphotographie; von K. Försterling.* Theoretische Erklärung einer von Kirillow beobachteten scheinbaren anomalen Dispersion einer mit monochromatischem Licht  $\lambda_0$  aufgenommenen Lippmannplatte in der Umgebung der Farbe  $\lambda_0$ .

*Versuche mit sehr harten X-Strahlen; von B. Winaver.* Der Massenabsorptionskoeffizient  $\mu/\rho$  für sehr harte X-Strahlen wächst stetig mit der Ordnungszahl des absorbierenden Elements. Während bei schweren Körpern der Unterschied von  $\mu/\rho$  für X- und  $\gamma$ -Strahlen groß ist (z. B. 0,19 und 0,04 bei Sn), sind die entsprechenden Werte bei leichteren Elementen und organischen Geweben nicht weit verschieden (z. B. 0,15 und 0,04 bei Al).

*Zur Theorie der Helligkeitsschwankungen; von A. Landé.* Es werden die zeitlichen Intensitätsschwankungen berechnet, welche eine aus vielen Oszillatoren bestehende Lichtquelle am Beobachtungspunkt hervorbringt; es findet sich, daß die Schwankungen in zwei benachbarten Punkten einer bestrahlten Fläche dann im Sinne der Wahrscheinlichkeitsrechnung als voneinander unabhängig anzusehen sind, wenn die Entfernung der beiden Punkte einen kritischen, in der Beugungstheorie eine Rolle spielenden Wert überschreitet. Die Größe der Schwankungen ist unabhängig von der Zahl der beleuchtenden Oszillatoren und von dem Spielraum, innerhalb dessen ihre Amplituden schwanken können.

*Ein optischer Weg zur Größenbestimmung mikroskopisch nicht mehr meßbarer Einzelteilchen; von F. Ehrenhaft.* Neben die beiden Größenbestimmungen mit Hilfe der Stokes-Cunninghamschen Formeln und auf Grund des Einsteinschen Gesetzes über Brownsche Beweglichkeit stellt der Verfasser eine optische Methode, welche die Farbe des zerstreuten Lichts (Rayleighsche Strahlung) zur Größenbestimmung kleiner Partikel benutzt. Die optische und mechanische Methode stimmen sehr gut überein.

#### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 30. Dezember 1914.

*Photoelektrische Untersuchungen an spektroskopischen Doppelsternen und an Planeten.* Veröffentl. der Kgl. Sternwarte zu Berlin-Babelsberg, Band I, Heft 1, 68 Seiten, 15 Tafeln; von P. Guthnick und R. Prager. Die Arbeit enthält das Ergebnis einer ersten Anwendung der lichtelektrischen Methode auf astrophotometrische Probleme. Nach Beschreibung des Apparates werden die Messungen und Elemente einiger neu entdeckten kurzperiodischen Veränderlichen:  $\beta$  Cephei,  $\alpha$  Canum ven.,  $\gamma$  Bootis, sowie des Planeten Mars, der mit seiner Rotation veränderlich befunden wurde, gegeben. Eine weitere größere Zahl von neuen Veränderlichen, die namentlich angeführt werden, ist noch unter Beobachtung. Die meisten spektroskopischen Doppelsterne mit kurzer oder mittlerer Umlaufzeit scheinen schwach veränderlich nach dem  $\delta$ -Cephei Typus zu sein.

*Zur Theorie des Schmelzvorganges; von S. Ratnowsky.* Der Schmelzvorgang wird quantentheoretisch untersucht.

*Die Methode der „kleinen Schwingungen“ in der Atomdynamik; von R. Seeliger.* Die Elongation der absorbierenden und emittierenden Elektronen im Atom setzt man stets so klein voraus, daß man in den Differentialgleichungen der Bewegung höhere als die linearen Glieder vernachlässigen kann. Den Begriff „kleine Schwingung“ im obigen Sinne schärfer, d. h. quantitativ zu fassen, erlaubt die Berechnung der absoluten Größe der Elongation aus der Energie, die im Atom in einer Spektrallinie ausgestrahlt wird und die experimentell der Größenordnung nach bekannt ist. Die Berechtigung der Annahme kleiner Schwingungen kann man dann quantitativ diskutieren. Diese Diskussion wird — für einen linearen Oszillator — durchgeführt, so an dem Beispiel der Voigtschen Theorie des Starkeffekts, und ergibt, daß die in der Amplitude quadratischen Glieder nicht so klein sind gegen die linearen Glieder, daß man sie vernachlässigen darf.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 4.

22. Januar 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Wilhelm Hittorf. Von *Prof. Dr. Alfred Coehn*,  
*Göttingen*. S. 41.

Die neuesten Fortschritte der Fixsternkunde. Von  
*Prof. Dr. H. Ludendorff*, *Potsdam*. S. 43.

Über den oxydativen Abbau der Nahrungsstoffe im  
Tierkörper. Von *Dr. Georg Landmann*, *Berlin*.  
S. 45.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. S. 50.  
Kleine Mitteilungen. S. 51.

Verlag von Julius Springer in Berlin

## Chemiker-Kalender 1915

Herausgegeben von

**Dr. Rudolf Biedermann**

XXXVI. Jahrgang

**In zwei Bänden**

In Leinwand gebunden Preis zusammen M. 4.40

In Leder gebunden Preis zusammen M. 5.40

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

**Die Naturwissenschaften**

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

**Redaktion der „Naturwissenschaften“**

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40% Nachlass.

**Verlagsbuchhandlung von Julius Springer**  
in Berlin W 3, Link-Str. 23/24.

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

Soeben erschien:

# Lehrbuch der Infektionskrankheiten

Für Aerzte und Studierende

Von

**Professor Dr. G. Jochmann**

Privatdozent an der Universität Berlin, dirig.  
Arzt der Infektions - Abteilung des Rudolf  
Virchow - Krankenhauses, Mitglied des Königl.  
Institutes für Infektionskrankheiten, „Robert Koch“

Mit 448 zum großen Teil farbigen Abbildungen

Preis M. 30.—; in Halbleder gebunden M. 33.—

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**



# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

22. Januar 1915.

Heft 4.

## Wilhelm Hittorf.

Von Prof. Dr. Alfred Coehn, Göttingen.

Am 28. November starb *Wilhelm Hittorf* im einundneunzigsten Lebensjahre. Ein Patriarch der Wissenschaft, dem es beschieden war, noch mit verständnisvollem Blick zu sehen, wie auf dem Boden, an dessen Urbarmachung er die Kraft seiner Jugend gesetzt hatte, Scharen von Forschern ihre Lebensarbeit fanden und der Wissenschaft immer neue Ernte brachten. Und gerade die Besten ergriffen jede Gelegenheit, auszusprechen, was sie *Hittorf* verdankten. Den mannigfachen Ehrungen, welche die wissenschaftlich von ihm Abstammenden ihm erwiesen, schlossen die Staatsbehörden sich an: Er war Ehrendoktor mehrerer Universitäten und Technischer Hochschulen, Ehrenvorsitzender der Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie, Inhaber des Ordens *Pour le mérite* und Exzellenz.

Als aber alles dies kam, hatte er ein langes schweres Leben hinter sich. Seine Mannesjahre waren hingegangen in lastender Verbitterung über das Ausbleiben jeglicher Anerkennung. Wahren, das Weiterschaffen fördernden Wert hat ja Anerkennung nur, wenn sie in der Zeit des Schaffens kommt. *Hittorf* ist seinen Lebensweg bis zur Schwelle des Alters in völliger Vereinsamung gegangen ohne allen äußeren Erfolg: Keine Universität in Deutschland hat ihn gerufen und ihm wurde auch nicht der Trost, daß die Besten unter den Fachgenossen ihm zustimmten. Soweit sie sich mit ihm beschäftigten, haben sie ihn bekämpft: *Magnus* und *Wiedemann*, *Clausius* und *Bunsen*, *de la Rive* und *Rudolf Kohlbrausch*. Es ist dem Verfasser dieser Zeilen unvergeßlich, wie der 75jährige *Hittorf* einmal im Hinblick auf einen von ihm geschätzten jüngeren Forscher sagte: Es muß ein großes Glück sein, in so jungen Jahren so anerkannt zu sein — andere haben damit bis zu ihrem siebzigsten Jahre warten müssen.

*Hittorf* wurde im Jahre 1824 in Bonn geboren, er studierte dort und in Berlin Mathematik und Naturwissenschaften und promovierte 1846 in Bonn mit einer rein mathematischen Arbeit über Kegelschnitte. In Bonn habilitierte er sich bereits 1847, siedelte aber kurz darauf nach Münster über, wo er bis zu seinem Lebensende verbleiben sollte. Er wurde 1852 außerordentlicher und 1856 ordentlicher Professor an der Akademie, wo er gleichzeitig Physik und Chemie zu lehren hatte. Schon dieser Umstand wies ihn darauf, seinen Trieb zu eigener Forschung Gegenständen zuzuwenden, welche auf der Grenze beider Gebiete

lagen. Die Wahl der Probleme, an deren experimentelle Bearbeitung er denken durfte, war aber vor allem noch eingeschränkt durch den nahezu gänzlichen Mangel an Hilfsmitteln. Wie man aber von hervorragenden Bildhauern erzählt, daß sie zu ihren besten Schöpfungen gelangten, indem sie nicht ein in aller Freiheit der Einbildungskraft ersonnenes Gebilde darzustellen versuchten, sondern indem sie in einen ihnen zur Verfügung stehenden Marmorblock die Gestalt hineinsahen, die daraus zu schaffen war . . . so gelangte *Hittorf* zu seinen wissenschaftlichen Meisterwerken, indem er seine Ideen den beschränkenden Formen und Dimensionen seiner Hilfsmittel anpaßte. Auf solche Art entstanden die Untersuchungen „Über die Wanderungen der Ionen während der Elektrolyse“.

Für die Festigung, die *Hittorfs* Ideen in unserem wissenschaftlichen Denken erlangt haben, ist vielleicht nichts bezeichnender, als daß die geistige Anstrengung, die die Zeitgenossen damals aufwenden mußten, um jene Ideen aufzufassen, heute erforderlich ist, um die Mißverständnisse jener Männer zu begreifen.

Die Forschungen über die Einwirkung des elektrischen Stromes auf elektrolytische Leiter hatten sich bis dahin fast ausschließlich auf die Vorgänge an den Elektroden beschränkt — die hier von *Faraday* gewonnene Erkenntnis offenbarte sich als ein Gesetz von größter Allgemeinheit. Über die der Beobachtung nicht zugänglichen Vorgänge im Inneren des Elektrolyten war von *Grotthius* eine zunächst plausibel erscheinende Vorstellung ausgebildet worden. Die nähere Untersuchung der elektrolysierten Flüssigkeit aber lehrte nun weiter, daß nicht nur unmittelbar an den Elektroden Veränderungen vorgegangen waren, sondern daß auch in allen Fällen von den Elektroden in das Innere sich fortsetzende Konzentrationsänderungen sich vollzogen hatten. *Daniell* und *Miller* führten diesen Befund sachgemäß darauf zurück, daß, während ein Äquivalent an einer Elektrode ausgeschieden wird, nicht auch ein ganzes Äquivalent herzuwandert, da ja der Elektrizitätstransport von beiden Ionen des Elektrolyten übernommen wird. „Selbstverständlich“ lege jedes die Hälfte des Gesamtweges der beiden Ionen zurück. Ungeprüfte Selbstverständlichkeiten sind die Hindernisse, welche die Wissenschaft zu langem Aufenthalt oder zu Umwegen zwingen. Und man ist häufig von ihrer Realität so überzeugt, daß man sie noch daliegen sieht, wenn sie in Wirklichkeit längst aus dem Wege geräumt sind. *Hittorf* erwog die drei Möglichkeiten, daß beide Ionen den insgesamt zurück-

zulegenden Weg je zur Hälfte wandern, oder daß eines allein den Weg zurücklegt, während das andere still steht, oder endlich, daß beide ungleiche Teilstrecken wandern. Er legt sich die Frage vor: An welchen beobachtbaren Tatsachen würde eine gleiche oder verschiedene Geschwindigkeit in einem Elektrolyten sich zeigen. Er findet, daß das Verhältnis der Wanderungsgeschwindigkeiten aus dem Verhältnis der Konzentrationsänderungen an den beiden Elektroden sich ergibt. Und er sieht nun seine Aufgabe darin, dieses Verhältnis der Konzentrationsänderungen für eine große Anzahl von Elektrolyten mit der größten erreichbaren Genauigkeit und in seiner Abhängigkeit von den in Betracht kommenden Faktoren, Temperatur, Stromstärke und Verdünnungsgrad zu bestimmen.

Gegen die klaren Überlegungen *Hittorfs* und seine zwingenden experimentellen Belege wendet sich in erstaunlicher Einmütigkeit die Gesamtheit der Fachgenossen mit nur schwer verständlichen Argumenten. Am schärfsten *Magnus*, der Physiker der Berliner Universität, dem es durchaus nicht gelingt, die Vorgänge an den Elektroden und im Inneren des Elektrolyten auseinander zu halten. Er schließt z. B. aus der Tatsache, daß bei der Elektrolyse eines Gemisches von Jodkalium- und Chlorkaliumlösung an der Anode nur Jod ausgeschieden wird, daß nur dieses sich an der Elektrizitätsleitung beteiligt. *Hittorf* fährt unbeirrt in seiner Arbeit fort, sieht sich aber genötigt, jede neue Mitteilung mit einer Polemik gegen die angesehensten Fachgenossen zu beginnen, und unermüdlich legt er immer wieder die Grundlagen seiner Messungen dar.

Alle Mühe aber bleibt vergeblich. Durch die Zahl und die angesehene Stellung der Autoritäten, die sich gegen ihn richten, sehen sich die weiteren Fachgenossen der Mühe überhoben, selbst zu urteilen. Der Jahresbericht von *Liebig* und *Kopp* zweifelt an der Brauchbarkeit von *Hittorfs* Verfahren zu dem von ihm angestrebten Zweck und in die Lehr- und Handbücher gehen nicht *Hittorfs* klare Ausführungen, sondern die Ansichten von *Magnus* über.

*Hittorf* wendete sich nach Abschluß dieser Arbeiten einem neuen Gebiete zu, auf das ihn zuerst sein Lehrer *Plücker* in Bonn gewiesen hatte. Er untersuchte die Elektrizitätsleitung der Gase und beschrieb als Erster die Eigenschaften der Kathodenstrahlen, ihre geradlinige Fortpflanzung und ihre magnetische Ablenkbarkeit. Das Schicksal dieser Arbeiten war zunächst noch tragischer als das der früheren: Sie fanden nicht einmal Widerspruch, sondern wurden überhaupt nicht beachtet. So konnte es kommen, daß im Jahre 1874 *Crookes* die gesamten von *Hittorf* beschriebenen Erscheinungen noch einmal entdeckte und daß für lange Zeit nur der Name von *Crookes* mit ihnen verknüpft blieb.

Die Erkenntnis, daß die Wissenschaft die wertvollen Gaben, die er ihr brachte, immer wie-

der zurückwies, wirkte endlich tief verbitternd auf *Hittorf*. Seine Arbeitskraft war gelähmt und ein nervöses Leiden zwang ihn, 1889 seine Lehrtätigkeit aufzugeben und zunächst Erholung zu suchen.

Unterdessen aber war endlich seine Zeit gekommen. *Friedrich Kohlrausch* hatte die Methodik zur Messung der Leitfähigkeit der Elektrolyte verbessert und festgestellt, daß bei steigender Verdünnung die Leitfähigkeit eines gelösten Gramm-Moleküls bis zu einem Grenzwerte wächst, der die Summe der Wanderungsgeschwindigkeiten der beiden Ionen darstellt. Um die Einzelwerte der beiden Wanderungsgeschwindigkeiten angeben zu können, bedurfte es einer zweiten Gleichung. Und diese war längst vorhanden in den von *Hittorf* gemessenen Werten für die Überföhrungszahlen, welche das Verhältnis der beiden Wanderungsgeschwindigkeiten darstellt. *Hittorfs* Arbeiten fanden damit endlich Verständnis und Würdigung. Und als in der Folge auf der Grundlage der Dissoziations-theorie von *Arrhenius* eine theoretische Elektrochemie erstand, da galten *Hittorfs* Untersuchungen als eine ihrer klassischen Arbeiten. *Wilhelm Ostwald* gab sie in einem Neudruck heraus in den Klassikern der exakten Wissenschaften.

*Hittorf* aber fand in der endlich gewonnenen Anerkennung die Quelle neuer Kraft. Mit wiedergewonnener Arbeitsfrische entdeckte er nach bereits zurückgelegtem siebenzigsten Lebensjahr eine ganz neue Art der Passivität der Metalle am Chrom und führte seine Versuche der Versammlung der Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie vor, deren Ehrenvorsitzender er geworden war. Mit einer weiteren Gruppe von Arbeiten knüpfte er an seine Anfänge an. Er zeigte, daß die früher von ihm als allgemein angenommene Unveränderlichkeit von Elektrolyten beim Durchtritt durch Diaphragmen nicht für alle Membranen zutreffend sei. Er untersuchte den Einfluß solcher Änderungen auf die Bestimmung von Überföhrungszahlen und lehrte einfache Kriterien kennen, welche den Eintritt von Konzentrationsänderungen an den Membranen erkennen ließen. Diese letzten Arbeiten von *Hittorf* haben viele zur Weiterföhrung veranlaßt, ohne daß die Probleme als erledigt gelten können. Von ihnen gilt das Wort von *Tyndall*: Der Wert einer Entdeckung bemißt sich nach der geistigen Tätigkeit, welche sie hervorruft.

*Hittorf* war kein weltabgewandter Gelehrter. Er fühlte sich berufen, mit kräftiger Hand in die Dinge dieser Welt einzugreifen. Herzenssache war ihm der Ausbau der kleinen Hochschule, der er angehörte, und speziell auf sein Betreiben kam — nachdem er mannigfache kraftverbrauchende Widerstände überwunden hatte — im Jahre 1879 die Reorganisation der Akademie zu Münster zustande, die endlich in unseren Tagen zur Begründung der Universität

geführt hat. Die Stadt Münster dankte ihm durch seine Ernennung zum Ehrenbürger.

So wurde ihm am Abend seines Lebens noch das Glück, Blüte und Frucht seiner wissenschaftlichen Aussaat und seines praktischen Wirkens zu sehen. Wer ihm näher treten durfte, konnte wahrnehmen, daß ihn das mit Genugtuung erfüllte, aber auch, daß er die harte Mühlsal des einsamen Schaffens, die ihn bis zur Lähmung seiner Kraft bedrückt hatte, nicht vergessen konnte. Ehrenbürger, Ritter des Ordens Pour le mérite, Excellenz — er wußte, was ihm in den Jahren, da er sich diese Ehren erwarb, die aufmunternde Zustimmung eines einzigen Fachgenossen bedeutet hätte.

## Die neuesten Fortschritte der Fixsternkunde.

Von Prof. Dr. H. Ludendorff, Potsdam.

Der Schwerpunkt der astronomischen Forschung liegt gegenwärtig nicht in der weiteren Untersuchung unseres Planetensystems, sondern in der der Fixsternwelt. Wenn die Fixsterne auch sämtlich so ungeheuer weit entfernt sind, daß sie selbst in den mächtigsten Fernrohren nicht zu Scheiben vergrößert werden, sondern nur als leuchtende Punkte erscheinen, so ermöglichen uns doch die verfeinerten Messungsmethoden, die uns jetzt zu Gebote stehen, eine Fülle von Kenntnissen über die Beschaffenheit, die Bewegung und die räumliche Anordnung dieser Weltkörper zu sammeln.

### Die veränderlichen Sterne.

Ein Zweig der Fixsternkunde, der sich zurzeit einer besonderen Pflege erfreut, ist die Erforschung des Lichtwechsels der *veränderlichen Sterne*. Diese Objekte, deren Helligkeit nicht, wie die der Mehrzahl der Sterne, konstant ist, sondern teils kleinen, teils auch enormen Schwankungen unterliegt, zerfallen in zwei große, ziemlich scharf getrennte Gruppen. Bei der ersten Gruppe gehen die Veränderungen ganz regelmäßig vor sich, d. h. nach einer gewissen Zeit, der Periode des Sternes, wiederholen sich die Lichtschwankungen in genau gleicher Weise. Bei der zweiten Gruppe ist der Lichtwechsel mehr oder weniger unregelmäßig; in der Mehrzahl der Fälle lassen sich auch bei den Mitgliedern der zweiten Gruppe noch Gesetzmäßigkeiten im Lichtwechsel feststellen, doch kommt auch völlige Regellosigkeit vor.

Bei einem großen Teile der regelmäßigen Veränderlichen erklären sich die Helligkeitsschwankungen dadurch, daß zeitweise ein den Stern umkreisender Begleiter vor diesen tritt, ihn also verfinstert. Der Begleiter braucht durchaus nicht dunkel zu sein: Auch wenn z. B. zwei gleich helle Sterne einander umkreisen, wird offenbar dem Anscheine nach eine Abnahme des von beiden ausgehenden Gesamtlichtes eintreten, sobald im

Verlaufe der Bahnbewegung der eine Stern den andern für uns verdeckt. Aus der Periode des Lichtwechsels der Verfinsterungs-Veränderlichen und aus den Gesetzen, nach denen die Abnahme und das Wiederauwachsen der Helligkeit erfolgt, lassen sich Schlüsse auf die relative Größe der beiden Komponenten, auf die Bahnen, die sie umeinander beschreiben, ja auch auf ihre mittlere Dichte (verglichen mit der der Sonne) ziehen. Eine zusammenfassende Untersuchung der Verfinsterungs-Veränderlichen ist im vergangenen Jahre von dem Amerikaner *Shapley* unternommen worden; er konnte dabei 87 solche Sternsysteme seinen Betrachtungen zugrunde legen. Es zeigte sich, daß man in keinem Falle gezwungen ist, zur Erklärung der Erscheinungen einen völlig dunkeln Begleiter anzunehmen. In vielen Fällen ist die weniger helle Komponente größer als die hellere, stets aber besitzt, soweit es sich bisher hat feststellen lassen, die dunklere Komponente eine rötliche Färbung als die andere. Für die mittlere Dichte der Sterne kann man nur einen oberen Grenzwert angeben; dieser ist nur bei einem der 87 Systeme größer als die Dichte der Sonne. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Systeme liegt der Grenzwert zwischen 0,5 und 0,02 der Sonnendichte, und in einigen Fällen ist die Dichte fast unvorstellbar klein. Die Umlaufzeiten (Perioden) umspannen ein weites Intervall, von  $\frac{1}{3}$  Tag bis zu 9900 Tagen.

Während bei der soeben besprochenen Klasse von veränderlichen Sternen der Lichtwechsel eine völlig befriedigende Erklärung gefunden hat, ist das Gegenteil bei einer andern Art von ebenfalls ganz regelmäßigen Veränderlichen der Fall. Die Mehrzahl von diesen letzteren ist dadurch gekennzeichnet, daß die Helligkeit von einem Minimalwerte an rasch bis zu einem Maximum wächst, um darauf langsamer wieder bis zum Minimum abzunehmen. Man nennt diese Veränderlichen nach ihrem bekanntesten Vertreter  $\delta$ -Cephei-Sterne. Wenngleich die spektrographische Untersuchung (Messung der Radialgeschwindigkeiten) lehrt, daß wir es auch hier, wie bei den Verfinsterungs-Veränderlichen, mit Doppelsternen zu tun haben, so ist es doch aus zwingenden Gründen ausgeschlossen, daß der Lichtwechsel durch den Vorübergang der einen Komponente vor der andern zu erklären ist. Wir stehen hier noch vor einem Rätsel, und keine der zahlreichen Hypothesen, die zur Deutung der beobachteten Erscheinungen aufgestellt worden sind, hält der Kritik stand.

Eine Abart der  $\delta$ -Cephei-Sterne bilden die sogenannten „Veränderlichen vom Clustertypus“, die ihren Namen der Tatsache verdanken, daß sie hauptsächlich in Sternhaufen (englisch „cluster“) vorkommen. Sie zeichnen sich vor den gewöhnlichen  $\delta$ -Cephei-Sternen dadurch aus, daß ihre Helligkeit im Minimum längere Zeit konstant bleibt. Um die Erforschung der Veränderlichen in Sternhaufen hat sich besonders *S. J. Bailey*

vom Harvard-Observatorium (Cambridge, U. S. A.) verdient gemacht. Seine Untersuchungen über die Veränderlichen in dem prachtvollen, südlichen Sternhaufen  $\omega$  Centauri liegen schon eine Reihe von Jahren zurück. Unter mehreren tausend Sternen dieses Sternhaufens fand er 128 Veränderliche, und für 95 von ihnen konnte er die Gesetze des Lichtwechsels feststellen; 37 gehören zum Clustertypus, die übrigen, mit ganz wenigen Ausnahmen, zum  $\delta$ -Cephei- und einem andern, verwandten Typus. Relativ noch reicher an Veränderlichen als  $\omega$  Centauri ist der Sternhaufen Messier 3, in dem *Bailey* deren 137 auffand; für 110 von ihnen hat er die Elemente des Lichtwechsels ermittelt und soeben veröffentlicht.

Alle diese 110 Sterne sind Veränderliche vom Clustertypus, und alle haben Perioden von etwa einem halben Tage (die kürzeste Periode ist 0,41, die längste 0,71 Tage). Durchschnittlich beträgt die Dauer des Minimums, während dessen, die Helligkeit konstant ist, 33 %, der Helligkeitsanstieg nur 13 %, die Helligkeitsabnahme dagegen 54 % der Periodenlänge. Im Maximum sind die Sterne durchschnittlich sechs- bis siebenmal so hell wie im Minimum. Es handelt sich durchgehends um außerordentlich schwache Sterne, und nur die Photographie ermöglichte *Bailey* die Durchführung seiner Untersuchungen. Wir haben hier, wie aus den obigen Ausführungen hervorgeht, ein höchst merkwürdiges Schauspiel vor uns: In einem unvorstellbar weit entfernten Sternhaufen, der aus Tausenden von Sonnen besteht, ändern zahlreiche von diesen ihre Helligkeit nach fast gleichen Gesetzen. Dieses Phänomen ist eines der rätselhaftesten unter denen, die uns der Fixsternhimmel bietet, und wir müssen zugestehen, daß wir noch keine Ahnung von der Ursache dieser Vorgänge haben.

#### *Zahl der Sterne der verschiedenen Größenklassen.*

Die Messung der Helligkeit (Photometrie) der Fixsterne ist aber nicht nur bei den veränderlichen Sternen von Wichtigkeit, sondern auch bei denjenigen, welche eine unveränderliche Lichtmenge ausstrahlen. Man teilt die Fixsterne bekanntlich ihrer scheinbaren Helligkeit nach in Größenklassen ein, und zwar wird der Begriff „Größenklasse“ dadurch definiert, daß ein Stern einer bestimmten Größenklasse rund vier Zehntel

(genau  $\frac{1}{2,512}$ ) von der Helligkeit eines Sternes

der vorangehenden Größenklasse hat. Wären die Sterne gleichmäßig durch den Raum verteilt und Sterne von verschiedener wirklicher Helligkeit überall gleichmäßig gemischt, so müßte für einen Beobachter auf der Erde die Gesamtzahl der Sterne bis zu einer bestimmten Größenklasse immer viermal so groß sein als die Gesamtzahl bis zur nächst helleren Größenklasse. Ergeben die Beobachtungen Abweichungen von diesem Gesetz, so lassen sich daraus gewisse Schlüsse auf die Verteilung der Sterne im Raume ziehen. Es ist daher

wichtig, die Zahl der Sterne, welche den einzelnen Größenklassen angehören, festzustellen. Dies bietet aber schon aus dem Grunde große Schwierigkeiten, daß die Zahl der sehr schwachen Sterne ganz enorm ist. Die Angaben über die Zahl der Sterne etwa der 14. oder 15. Größe waren daher bis jetzt sehr unsicher; auch auf diesem Gebiete ist indessen in allerletzter Zeit ein bedeutungsvoller Schritt vorwärts geschehen. Ein englischer Liebhaber-Astronom, Herr *Franklin Adams*, hat vor einer Reihe von Jahren nach einem einheitlichen Plane mit einem lichtstarken Instrument photographische Aufnahmen des Sternenhimmels hergestellt, wobei die Belichtungszeiten so lang gewählt wurden, daß auch sehr schwache Sterne mit zur Abbildung kamen. Die von *Franklin Adams* bzw. auf seine Veranlassung erhaltenen 206 Platten, die den ganzen, nördlichen wie südlichen, Himmel umfassen, sind alsdann dem Observatorium zu Greenwich übergeben worden und werden gegenwärtig dort verwertet. Es ist gelungen, die Helligkeit der auf ihnen abgebildeten Sterne zu bestimmen, und man hat damit begonnen, die den verschiedenen Größenklassen angehörigen Sterne abzuzählen. Dies konnte allerdings wegen der dazu erforderlichen ungeheueren Arbeitsleistung nicht für die ganzen Areale der Platten ausgeführt werden, sondern es wurden auf den einzelnen Platten immer nur gewisse Teilareale untersucht, und aus der Zahl der Sterne innerhalb dieser letzteren dann Schlüsse auf die Zahl der Sterne auf der ganzen Platte gezogen. Hiernach ergibt sich die Gesamtzahl der Sterne bis zur 9. Größe zu 97 400, bis zur 11. zu 700 000, bis zur 13. zu 3 700 000, bis zur 15. zu 15 500 000, bis zur 16. zu 30 000 000, bis zur 17. zu 55 000 000. Die Zunahme ist also viel langsamer, als es das oben angedeutete hypothetische Gesetz verlangt, nach welchem es z. B. bei 30 000 000 Sternen bis zur 16. Größe deren 120 000 000 bis zur 17. geben müßte. Es war nun allerdings schon recht wohl bekannt, daß die Zunahme der Gesamtzahl der Sterne für die schwächeren Größenklassen immer geringer wird, aber die Ergebnisse aus den *Franklin-Adams-Platten* scheinen uns doch zu lehren, daß die Zahl der schwachen Sterne weit kleiner ist, als man bisher angenommen hat. Man darf indessen nicht den Umstand vergessen, daß die aus jenen Platten abgeleiteten Helligkeiten „photographische Helligkeiten“ sind, die von visuell gemessenen zum Teil stark abweichen, da z. B. ein roter Stern photographisch viel schwächer ist als visuell. Es wäre hiernach nur nötig, daß unter den sehr schwachen Sternen die rötlich gefärbten stark überwiegen, um den Widerspruch zwischen den Greenwicher Abzählungen und den bisherigen Annahmen über die Zahl der Sterne wenigstens teilweise zu beseitigen. In der Tat kommt man auf verschiedenen Wegen immer mehr zu der Überzeugung, daß ein solches Überwiegen der rötlichen Sterne unter den schwachen wirklich stattfindet. Wie dem aber auch sei, wir

dürfen jedenfalls aus jenen Abzählungen den Schluß ziehen, daß wir mit unsern lichtstarken Instrumenten bereits an die Grenzen unseres Fixsternsystems dringen, wo die Sterne schon verhältnismäßig dünn gestreut sind.

Die Genauigkeit der Helligkeitsmessungen der Sterne hat letzthin eine erfreuliche Steigerung erfahren durch die Anwendung der sogenannten „photoelektrischen Zelle“. Prof. Guthnick in Neubabelsberg und Dr. Rosenberg in Tübingen haben gleichzeitig Versuche mit diesem neuen Hilfsmittel astronomischer Forschung angestellt, und ersterer hat damit bereits interessante Resultate erhalten.

#### Messung der Radialgeschwindigkeiten der Gestirne.

In hohem Grade nimmt zurzeit die Bestimmung der *Radialgeschwindigkeiten* der Gestirne die Astronomen in Anspruch. Nach dem „*Dopplerschen Prinzip*“ hängen die Wellenlängen der Linien im Spektrum eines Himmelskörpers von seiner Radialgeschwindigkeit ab, d. h. von der Geschwindigkeit, mit der er sich dem Beobachter nähert oder von ihm entfernt. Durch genaue Messung der Wellenlängen (auf photographischem Wege) kann man daher die Radialgeschwindigkeit bestimmen. Mit großer Energie hat Campbell, der Leiter der Lick-Sternwarte in Californien, im Laufe der letzten beiden Jahrzehnte die Radialgeschwindigkeiten der meisten Sterne bis zur fünften Größe bestimmen lassen, wobei der große Refraktor des Lick-Observatoriums und ein in Chile stationiertes mächtiges Spiegelteleskop in Anwendung kamen. Campbell hat die Veröffentlichung seines Kataloges der Radialgeschwindigkeiten der erwähnten Sterne nunmehr vollendet; das wichtigste Resultat, welches daraus folgt, ist, daß die Geschwindigkeiten, mit denen sich die Sterne durch den Raum bewegen, im Durchschnitt von dem Spektralcharakter der Sterne abhängen, und zwar in der Weise, daß diejenigen Sterne, die man nach ihrem Spektrum im allgemeinen für die jüngsten hält, die kleinsten Geschwindigkeiten haben, die ältesten die größten. Die Geschwindigkeiten der Sterne sind in der Regel durchaus von derselben Größenordnung wie die Geschwindigkeit der Sonne (20 km pro Sekunde), und die Schnellläufer unter den Sternen sind recht selten. Der am schnellsten bewegte Stern, den man zurzeit kennt, ist Nr. 14 320 des Sternkataloges von Argelander-Oeltzen, der sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 580 km pro Sekunde (relativ zur Sonne) durch den Raum bewegt. Eine so enorme Geschwindigkeit eines Sternes ist aber, wie gesagt, eine seltene Ausnahme.

Um so überraschender ist es, daß bei den *Spiralnebeln* die sehr großen Geschwindigkeiten vorzuherrschen scheinen. Auf der Lowell-Sternwarte in Flagstaff (Arizona) ist es vor kurzem *Slipher* gelungen, die Radialgeschwindigkeiten für einige der hellsten unter diesen meist äußerst

lichtschwachen Gebilden zu bestimmen. So fand er für den bekannten Andromeda-Nebel eine Annäherungsgeschwindigkeit von 300 km in der Sekunde, für einige andere Spiralnebel Radialgeschwindigkeiten bis zu 1000 km. Wegen dieser ungeheuren Geschwindigkeiten gewinnt die Frage nach der Natur der Spiralnebel erneutes Interesse; im allgemeinen neigt man dazu, sie als Teile unseres Milchstraßensystemes zu betrachten, doch ist es auch nicht ausgeschlossen, daß sie weit entfernte Sternsysteme darstellen, die dem Milchstraßensystem koordiniert sind.

### Über den oxydativen Abbau der Nahrungsstoffe im Tierkörper.

Von Dr. Georg Landmann, Berlin.

Die Stoffe, deren Zufuhr der tierische Organismus zu seiner Erhaltung bedarf, und aus denen er die ihm arteigene Körpersubstanz aufbaut, zerfallen bekanntlich in die „kraftlosen“ *anorganischen* Kat- und Anionen und die „krafthaltigen“ *organischen* Nahrungsstoffe. Die anorganischen Substanzen kommen für den Energiehaushalt des Organismus nicht in Betracht; sie dienen vor allem der Aufrechterhaltung der normalen Irritabilität und des normalen Turgors der Gewebe, wenngleich einige von ihnen, wie die Phosphorsäure, das Eisen und das Jod, sich am Aufbau komplizierterer Körpersubstanzen beteiligen. Im Gegensatz zu den anorganischen Nahrungsstoffen gewinnt der Organismus aus den organischen die Energie, deren er zu seinen Leistungen (Muskulararbeit, Wärmeproduktion usw.) bedarf.

Man teilt diese energieführenden organischen Nahrungsstoffe seit alters in drei große Hauptgruppen ein: in die *Proteine*, *Fette* und *Kohlehydrate*. Der Organismus nimmt sie auf, macht sie im Verdauungstraktus durch fermentative hydrolytische Spaltungsprozesse resorptionsfähig und baut sie nach der Resorption in mehr oder weniger veränderter Form wieder auf. Nach den jeweiligen Bedürfnissen des Körpers werden sie dann als „totes“ Reservematerial abgelagert, als lebende Substanz assimiliert oder mit Hilfe von Oxydationsfermenten oxydiert. Aus diesen Oxydationsprozessen entspringt, wenigstens für den höheren Organismus, die Hauptmenge der Energie, die er braucht.

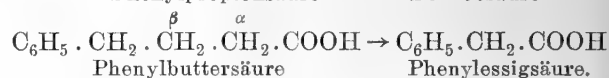
Die energetischen Verhältnisse beim Abbau der Nahrungsstoffe sind schon seit verhältnismäßig langer Zeit Gegenstand fruchtbarer Untersuchungen gewesen. Durch die Arbeiten von *Fick*, *Voit*, *Zuntz* und vielen anderen ist im wesentlichen die Bedeutung der einzelnen Nahrungsstoffe für die Leistungen des Tierkörpers klargelegt worden. Man ist zu dem Schluß gelangt, daß die äußere, sozusagen gröbere, Arbeit des Organismus vorwiegend aus der Verbrennung der Fette und Kohlehydrate herzuleiten ist, wäh-



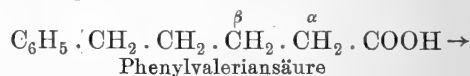
rend die Eiweißkörper mehr dem Ersatz der bei der Zelltätigkeit dauernd zerfallenden lebenden Substanz dienen. Abundant zugeführtes Eiweiß wird fast restlos verbrannt („Luxuskonsumption“). Die energetischen Verhältnisse bei der physiologischen Oxydation der Nahrungsstoffe wurden dann auf eine exakte Basis gestellt durch *Rubner*, der zeigte, daß das Gesetz von der Erhaltung der Energie auch für den Tierkörper gilt und der das *Gesetz der Isodynamie* aufstellte, nach welchem sich die einzelnen Nahrungsstoffe gemäß ihrem Kalorienwert gegenseitig im Tierkörper vertreten können.

Im Vergleich zu den Untersuchungen über die *physikalischen*, d. h. energetischen Vorgänge beim Abbau der Nahrungsstoffe bzw. Körpersubstanzen ist die Erforschung der *chemischen* Vorgänge, die sich hier abspielen, ein verhältnismäßig sehr junges Arbeitsgebiet. Die Endprodukte des Abbaus der Fette, Kohlehydrate und Eiweißkörper sind im wesentlichen Kohlensäure, Wasser und Harnstoff, aber die Wege, die von den hochmolekularen Substanzen des Körpers zu diesen einfachen Stoffen führen, lagen lange Zeit völlig im dunkeln und sind auch heute bei weitem noch nicht völlig aufgeklärt. Verhältnismäßig am übersichtlichsten sind die chemischen Vorgänge beim oxydativen Abbau der *Fette*, die deshalb in den Vordergrund unserer Betrachtung gestellt sein mögen. Die Fette sind bekanntlich esterartige Verbindungen des dreiwertigen Alkohols *Glycerin*  $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$  mit hochmolekularen *Fettsäuren*, von denen die wichtigsten die *Stearinsäure*  $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$ , die *Palmitinsäure*  $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$  und die ungesättigte *Ölsäure*  $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$  sind. Sämtliche in den natürlichen Fetten vorkommende Fettsäuren sind, ihrem molekularen Aufbau nach, lange unverzweigte Kohlenstoffketten mit einer geraden Zahl von C-Atomen im Molekül. Unsere Kenntnisse von dem oxydativen Abbau der Fettsäuren verdanken wir in erster Linie *Knoop*. Da die genannten Fettsäuren selbst im Organismus außerordentlich leicht und schnell zu Kohlensäure und Wasser verbrannt werden, so ist es nicht möglich, etwa nach Verfütterung der natürlichen Nahrungsfette, die Zwischenprodukte ihrer Oxydation aus dem Blut oder Harn zu isolieren. *Knoop* bediente sich deshalb des Kunstgriffs, Fettsäuren in einer solchen chemischen Bindung in den Tierkörper einzuführen, daß die Verbrennung nicht restlos erfolgte und daß aus dem verbleibenden Rest auf den Mechanismus des Abbaus geschlossen werden konnte. Dieses Ziel kann man erreichen durch Einführung der Phenylgruppe ( $\text{C}_6\text{H}_5^-$ ) in das Fettsäuremolekül. Die einfachsten *phenylsubstituierten Fettsäuren* sind die *Benzoessäure*  $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{COOH}$  und die *Phenylelessigsäure*  $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ . Beide werden, in den Tierkörper eingeführt, nicht verbrannt, sondern im Harn ausgeschieden (nach Paarung mit Glykokoll als Hippursäure, bzw. Phenazetursäure). Ver-

füttert man nun phenylsubstituierte Fettsäuren mit längerer Seitenkette als die genannten, so wird die Seitenkette abgebaut, und im Harn erscheinen die Benzoessäure oder Phenazetursäure, die, wie erwähnt, nicht weiter verbrennbar sind. *Knoop* fand nun die fundamentale Tatsache, daß die phenylsubstituierten Fettsäuren mit *ungerader Kohlenstoffzahl* in der Seitenkette zur *Benzoessäure*, dagegen diejenigen mit *gerader Kohlenstoffzahl* zur *Phenylelessigsäure* führen. *Phenylpropionsäure* (3 C-Atome) wird also zur Benzoessäure, *Phenylbuttersäure* (4 C-Atome) zur Phenylelessigsäure abgebaut.



In beiden Fällen entsteht also eine um 2 C-Atome ärmere Fettsäure, oder mit anderen Worten, die Oxydationsfermente greifen die Kohlenstoffketten der Fettsäuren in  $\beta$ -Stellung an. Dabei entsteht anscheinend als Nebenprodukt Essigsäure  $\text{CH}_3 \cdot \text{COOH}$ , die leicht im Organismus verbrannt wird (zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$ ). Verfüttert man die *Phenylvaleriansäure* (5 C-Atome in der Seitenkette), so wird sie bis zur Benzoessäure abgebaut. Offenbar wird die Seitenkette wieder in  $\beta$ -Stellung angegriffen und ebenso die dabei resultierende *Phenylpropionsäure* nach dem gleichen Schema abgebaut.

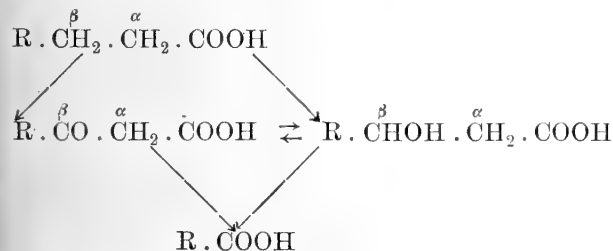


Gegen *Knoops Regel von der  $\beta$ -Oxydation* wurde eingewendet, daß ihr ein chemisches Analogon fehle, indem bis dahin im Reagensglasversuch immer nur eine Oxydation der Fettsäuren in  $\alpha$ -Stellung, nie aber in  $\beta$ -Stellung beobachtet worden war. Aber abgesehen davon, daß im Organismus sehr wohl Prozesse möglich sind, die im Reagensglas nicht beobachtet werden, gelang es sehr bald *Dakin*, diesen Einwand zu entkräften, indem er zeigte, daß wir im *Wasserstoffsuperoxyd* ein Mittel besitzen, den Prozeß der  $\beta$ -Oxydation in vitro nachzuahmen. So erhielt *Dakin* durch die Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd auf Buttersäure ( $\text{CH}_3 \cdot \overset{\beta}{\text{CH}_2} \cdot \overset{\alpha}{\text{CH}_2} \cdot \text{COOH}$ ) die Azetessigsäure  $\text{CH}_3 \cdot \overset{\beta}{\text{CO}} \cdot \overset{\alpha}{\text{CH}_2} \cdot \text{COOH}$  und aus Stearinsäure  $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2 = \text{C}_{15}\text{H}_{31} \cdot \overset{\beta}{\text{CH}_2} \cdot \overset{\alpha}{\text{CH}_2} \cdot \text{COOH}$  das Quindecylmethylketon  $\text{C}_{15}\text{H}_{31} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$ , das aus der entsprechenden  $\beta$ -Ketostearinsäure  $\text{C}_{15}\text{H}_{31} \cdot \overset{\beta}{\text{CO}} \cdot \overset{\alpha}{\text{CH}_2} \cdot \text{COOH}$  unter  $\text{CO}_2$ -Abspaltung entstanden sein dürfte. *Dakin* konnte auch im übrigen die Befunde *Knoops* bestätigen und erweitern, indem er nach der Verfütterung der

Phenylpropionsäure nicht nur Benzoesäure, sondern auch Phenyl- $\beta$ -Oxypropionsäure  $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \overset{\beta}{\text{CHOH}} \cdot \overset{\alpha}{\text{CH}_2} \cdot \text{COOH}$  und das Azetonphenon  $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$ , welches aus der Phenyl- $\beta$ -Keto-propionsäure  $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \overset{\beta}{\text{CO}} \cdot \overset{\alpha}{\text{CH}_2} \cdot \text{COOH}$  entstanden war, als Zwischenprodukte der  $\beta$ -Oxydation faßte.

Hält man also die Ergebnisse *Knoops* und *Dakins* gegeneinander, so kann man für den oxydativen Abbau der Fettsäuren im tierischen Organismus folgendes Schema aufstellen:

Die Fettsäure wird zunächst zur entsprechenden  $\beta$ -Keton- oder  $\beta$ -Oxysäure oxydiert. Bei weiterer Oxydation geht die Keton- bzw.  $\text{CHOH}$ -Gruppe in die Carboxylgruppe über, indem gleichzeitig das Molekül der ursprünglichen Fettsäure in je ein Molekül Essigsäure und die um zwei Kohlenstoffatome ärmere Fettsäure zerfällt, die dann nach demselben Modus weiter abgebaut wird.



Ob die  $\beta$ -Keton- und  $\beta$ -Oxysäuren über die entsprechenden  $\alpha$ - $\beta$ -ungesättigten Säuren entstehen

( $\text{R} \cdot \overset{\beta}{\text{CH}} = \overset{\alpha}{\text{CH}} \cdot \text{COOH}$ ), darüber dürfte die Diskussion noch nicht geschlossen sein. Ferner dürfte noch nicht ausgemacht sein, ob die Keton- oder die Oxysäuren beim Abbau der Fettsäuren die größere Rolle spielen. Nach unseren Kenntnissen vom Abbau der Aminosäuren (s. u.) könnte man geneigt sein, die Frage zugunsten der Keton-säuren zu entscheiden. So viel läßt sich jedenfalls sagen, daß  $\beta$ -Keton- und Oxysäuren im Organismus ineinander übergehen können. Daß aber sowohl die  $\beta$ -Ketonsäuren wie auch die  $\beta$ -Oxysäuren beim Abbau der Fettsäuren eine große Rolle spielen, das beweist uns gewissermaßen ein Experiment, das uns die Natur selbst macht. Überträgt man die Regel der  $\beta$ -Oxydation auf die im Organismus vorkommenden Fettsäuren, so würde beispielsweise aus der Palmitinsäure  $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$  zunächst eine Säure mit 14 C-Atomen entstehen, aus dieser eine mit 12, dann Säuren mit 10, 8, 6 C-Atomen und schließlich die Buttersäure mit 4 Kohlenstoffatomen. Die nächsten physiologischen Oxydationsprodukte der Butter-

säure  $\text{CH}_3 \cdot \overset{\beta}{\text{CH}_2} \cdot \overset{\alpha}{\text{CH}_2} \cdot \text{COOH}$  würden dann die Azetessigsäure  $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$  bzw.  $\beta$ -Oxybuttersäure sein. Diese beiden Substanzen kommen nun, zusammen mit dem unter  $\text{CO}_2$ -Abspaltung aus der Azetessigsäure entstehenden Azeton  $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$ , bei gewissen schweren Fällen von Diabetes im Harn vor, und Stoff-

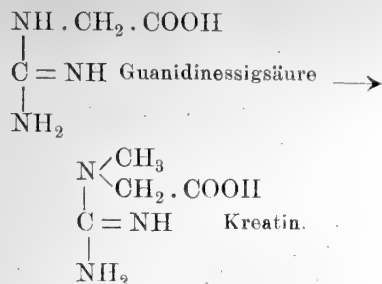
wechselversuche an Diabetikern lassen schließen, daß sie zum Teil aus den Fettsäuren der Nahrung herkommen. Eine einfache Rechnung läßt erkennen, daß die Buttersäure und die sich von ihr ableitenden „Azetonkörper“ nur aus Fettsäuren mit gerader Kohlenstoffzahl entstehen können, falls die Regel der  $\beta$ -Oxydation gilt. Daß dies in der Tat so ist, beweisen sehr klar die Versuche *Embdens* und seiner Mitarbeiter. Mittels der im Embdenschen Laboratorium sehr vervollkommenen Methode der künstlichen Leberdurchblutung ließ sich zeigen, daß die Buttersäure (4 C-At.), Kapronsäure (6 C-At.), Oktyl- (8 C-At.) und Dekyl- (10 C-At.) Säure starke Azetonbildner sind, dagegen die Valeriansäure, Heptyl- und Nonylsäure nicht.

Nachdem nunmehr der Weg von den hohen Fettsäuren zu den „Azetonkörpern“ im wesentlichen festgestellt ist, bietet das weitere Schicksal derselben keine besonderen Schwierigkeiten mehr. Man kann z. B. annehmen, daß die Azetessigsäure weiterhin — vielleicht über noch unbekannte Zwischenstufen — in zwei Moleküle Essigsäure zerfällt, die leicht zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  verbrannt wird. Allerdings muß erwähnt werden, daß die Azetessigsäure bzw.  $\beta$ -Oxybuttersäure auch bei synthetischen Prozessen im Organismus eine Rolle zu spielen scheinen.

Wir können das Kapitel vom Abbau der Fette nicht verlassen, ohne noch der anderen Komponente derselben zu denken, des *Glycerins*. Hier sind unsere Kenntnisse aber seltsamerweise viel dürftiger als bei den an sich doch komplizierter gebauten Fettsäuren. Fest steht, daß Glycerin im Organismus in *Milchsäure* übergehen kann, ein Prozeß, bei dem Reduktion und Oxydation eng Hand in Hand gehen.  $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3 \cdot \text{CHOH} \cdot \text{COOH}$ . Aber bezüglich des Mechanismus dieser Reaktion ist man über Vermutungen kaum hinausgekommen. Die Frage wird dadurch besonders kompliziert, daß das Glycerin im Tierkörper auch synthetisch verwendet wird und namentlich als Glykogenbildner wirkt.

Wenn wir uns nun der zweiten großen Hauptgruppe von Nahrungsstoffen bzw. Körpersubstanzen, den *Eiweißkörpern*, zuwenden, so müssen wir zunächst feststellen, daß ihr Bau viel verwickelter ist und daß damit die Möglichkeiten ihrer Umwandlungen im Tierkörper weit zahlreicher sind als bei den Fetten. Während diese aus außerordentlich einfachen Komponenten, dem niederen Alkohol Glycerin und den langen, unverzweigten, lediglich durch Wasserstoff und eine endständige Carboxylgruppe abgesättigten Kohlenstoffketten der Fettsäuren, zusammengesetzt sind, begegnen wir bei den Eiweißkörpern einer viel größeren Mannigfaltigkeit in den Eigenschaften ihrer Spaltprodukte. Es ist also a priori anzunehmen, daß sich der Abbau dieser untereinander so verschiedenen Eiweißspaltprodukte nicht auf ein so verhältnismäßig einfaches Schema brin-

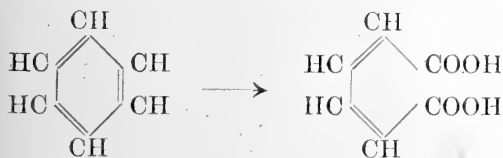




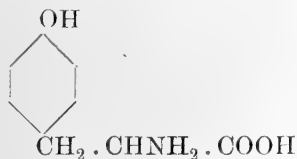
Doch soll nicht unerwähnt bleiben, daß für die Entstehung des Kreatins im Organismus zurzeit noch andere Möglichkeiten diskutiert werden, auf die hier nicht eingegangen werden kann.

Soviel über den Abbau der *aliphatischen* Aminosäuren. Außer ihnen kommen im Organismus noch solche vor, die der *aromatischen* Reihe angehören. Von ihnen wollen wir hier nur auf zwei eingehen, die die *Phenylgruppe* in ihrem Molekül enthalten, das *Phenylalanin* und das *Tyrosin*.

Daß der Benzolring im Organismus aufgespalten werden kann, hatte schon *Jaffé* gezeigt, der nach Verfütterung von *Benzol* die *Mukonsäure* aus dem Harn isolieren konnte.



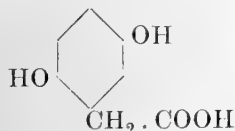
Doch ist ein solcher Weg des Abbaus der phenylsubstituierten Aminosäuren sehr zweifelhaft, ja unwahrscheinlich. Daß ihre aliphatische Seitenkette nach denselben Prinzipien abgebaut wird, wie wir es im vorstehenden skizzierten, geht aus den Versuchen *Neubauers* und seiner Mitarbeiter an *Alkaptonurikern* hervor. Die *Alkaptonurie*, eine Stoffwechselkrankheit, ist dadurch charakterisiert, daß die mit ihr Behafteten das *Tyrosin*



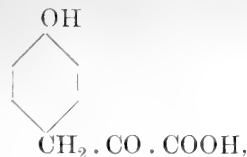
und das *Phenylalanin*



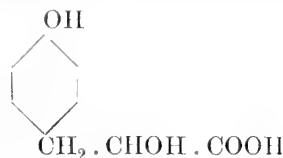
nur bis zur *Homogentisinsäure*



abzubauen vermögen und diese im Harn ausscheiden. *Neubauer* konnte zeigen, daß das *Tyrosin* und die ihm entsprechende Ketonsäure, die *Paroxyphenylbrenztraubensäure*



die Menge der ausgeschiedenen *Homogentisinsäure* vermehren, wenn sie von einem *Alkaptonuriker* aufgenommen werden, während die entsprechende Oxyssäure, die *Paroxyphenylmilchsäure*



unverändert wieder ausgeschieden wird. Nicht ganz so einfach liegen die Verhältnisse beim Abbau des *Phenylalanins*. Diese Aminosäure und die ihr entsprechende Ketonsäure (*Phenylbrenztraubensäure*) wirken zwar stärker „alkaptonbildend“ als die zugehörige Oxyssäure (*Phenylmilchsäure*), doch ist auch dieser eine gewisse alkaptonbildende Wirkung nicht abzusprechen. Durch Arbeiten von *Embden* und seinen Mitarbeitern ist weiterhin nachgewiesen worden, daß alle Substanzen, die beim Alkaptonuriker *Homogentisinsäure* liefern, ebenso wie die *Homogentisinsäure* selbst, bei der künstlichen Leberdurchblutung *Azetone* bilden. Damit ist nicht nur ein weiterer Beweis für die Neubauerschen Anschauungen erbracht, sondern auch der Weg gezeigt worden, auf dem die zyklischen Komplexe des Eiweißmoleküls abgebaut werden.

Außer dem hier geschilderten „typischen“ Abbau der Eiweißkörper oder vielmehr ihrer Spaltprodukte scheinen noch Nebenreaktionen anderer Art stattfinden zu können. So sei hier nur an die sogenannten „*Oxyproteinsäuren*“ erinnert, die im Harn normalerweise in geringen Mengen ausgeschieden werden und die man als hochmolekulare Oxydationsprodukte der Eiweißkörper betrachtet.

Es bleibt uns noch übrig, der dritten großen Gruppe organischer Körpersubstanzen unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden, den *Kohlehydraten*. Von diesen kommen für den Tierkörper im wesentlichen zwei in Betracht, der *Traubenzucker*  $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{C} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{smallmatrix}$  und sein hochmolekulares Polymerisationsprodukt, die „tierische Stärke“ oder das *Glykogen*. Der Weg, den die Kohlehydrate bis zu ihren Endprodukten ( $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$ ) machen müssen, ist wohl noch mehr in Dunkel gehüllt als bei den Fetten und Eiweißkörpern. Namentlich durch die Arbeiten der Embdenschen Schule wissen wir immerhin so viel, daß die  $\alpha$ -*Milchsäure*  $\text{CH}_3 \cdot \text{CHOH} \cdot \text{COOH}$  ein Zwischenprodukt des Kohlehydratabbaus im Tierkörper ist. *Embden* hat die Vermutung ausgesprochen, daß ihr Vorläufer der *Glyzerinaldehyd*  $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{C} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{smallmatrix}$

ist; aber so viel Bestechendes diese Hypothese auch haben mag: zwingende Beweise hat man nicht dafür erbringen können. Besonders interessant sind *Embdens* neueste Untersuchungen auf diesem Gebiet. Es geht aus ihnen hervor, daß die Milchsäure nicht aus dem Kohlehydrat als solchem hervorgeht, sondern aus einem „*Laktazidogen*“, welches eine intermediäre Verbindung des Kohlehydrats mit Phosphorsäure und einer anderen, möglicherweise stickstoffhaltigen, Substanz zu sein scheint.

Die Milchsäure steht nun in naher Beziehung zu der ihr entsprechenden Ketonsäure, der *Brenztraubensäure*  $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{COOH}$ . Beide können im Organismus ineinander übergehen, also ist auch die Möglichkeit eines Übergangs von Kohlehydrat in Brenztraubensäure gegeben. Es gibt aber noch eine andere Möglichkeit ihres Entstehens im Tierkörper: aus dem *Alanin*, wie schon erwähnt wurde. Nun hat *Knoop* die interessante Tatsache festgestellt, daß  $\alpha$ -Ketonsäuren unter Stickstoffanlagerung in die ihnen zugehörige  $\alpha$ -Aminosäure übergehen können, so daß also der oben geschilderte Übergang von  $\alpha$ -Aminosäuren in  $\alpha$ -Ketonsäuren als ein reversibler Prozeß aufzufassen ist. Diese Beobachtung wurde durch *Embdens* und seine Mitarbeiter bestätigt; insbesondere wurde die Bildung von *Alanin*, also eines typischen Eiweißspaltproduktes, aus *Brenztraubensäure* in der überlebenden Leber nachgewiesen. Wenn man nun hinzufügt, daß die Milchsäure und damit auch die Brenztraubensäure anscheinend synthetisch zu Kohlehydrat aufgebaut werden können, so muß der Brenztraubensäure eine besonders wichtige Rolle im intermediären Stoffwechsel zugeschrieben werden. Wir können in ihr nicht nur ein normales Abbauprodukt der Eiweißkörper und Kohlehydrate erblicken, sondern auch eine — sit venia verbo — Zwischenstation, über welche beide Klassen von Körpersubstanzen ineinander übergehen können. Daß solche Übergänge möglich sind, wissen wir aus Stoffwechselversuchen und Beobachtungen an Diabetikern.

## Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung vom 2. Januar 1915 hielt Herr Geheimrat Professor Dr. H. Conwentz einen durch prächtige Lichtbilder erläuterten Vortrag über die *Naturschutzbestrebungen*. Die Anfänge derselben reichen in frühere Jahrhunderte zurück, denn schon um die Mitte des 16. Jahrhunderts untersagte der Rat der Stadt Danzig das Ausnehmen von Vogelnestern, und im Kanton Glarus wurde etwa um die gleiche Zeit ein heute noch bestehendes Schutzgebiet für die Tierwelt eingerichtet. Die bayerische Staatsregierung hat schon frühzeitig einen Wald bei Bamberg angekauft, um ihn vor dem Fällen zu bewahren, und ihn dann der Stadtgemeinde geschenkt, eine Munifizenz, die der Fiskus heutzutage wohl schwerlich ausüben würde. In Amerika wurde zuerst im Jahre 1834 ein Gebiet mit heißen Quellen im Staate Arkansas geschützt. Einer der ältesten Naturschutzparks in Europa be-

findet sich in Böhmen, wo vor etwa 80 Jahren ein Waldreservat von über 100 Morgen Areal eingerichtet wurde, das noch heute ein Dorado für Naturforscher und Maler darstellt. Aber erst in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts setzte eine intensivere Bewegung für die Schaffung von Naturschutzgebieten ein. Der Staatsgeologe der Vereinigten Staaten von Nordamerika, *Hayden*, befürwortete damals die Unantastbarkeit des an Naturschönheiten aller Art so reichen Yellowstone-Parks, und etwa gleichzeitig schützte der Botanische Verein zu Landshut in Bayern das dortige Heidegebiet. Dagegen blieb der vorzüglich begründete Appell des berühmten schwedischen Polarforschers Freiherrn A. E. v. Nordenskiöld an seine Landsleute zur Einrichtung von „Reichsparks“ ohne Erfolg, trotz des Hinweises, daß es ohne solche Reserven unseren Nachkommen später schwer fallen würde, sich eine richtige Vorstellung von dem Land ihrer Väter zu machen. In Bonn erzielte der 1887 begründete Rettungsverein für das durch den Steinbruchbetrieb arg gefährdete Siebengebirge einen glänzenden Erfolg, und seitdem wetteifern Staat und Gemeinden bei uns in dem Bestreben, die Natur gegen Verunstaltungen zu schützen und charakteristische Bodengestaltungen sowie seltene Formen der Pflanzen- und Tierwelt vor Vernichtung zu bewahren. Vor zehn Jahren wurde in Preußen eine staatliche Zentralstelle für die Naturdenkmalpflege geschaffen, die seit vier Jahren von dem Vortragenden geleitet wird, und auch in den anderen deutschen Bundesstaaten bestehen ähnliche Organisationen, deren Hauptziel auf die Schaffung gesetzlicher Bestimmungen zu Naturschutz Zwecken gerichtet ist. Die besten und weitgehendsten gesetzlichen Vorschriften finden wir in Schweden sowie auch in der Schweiz und in Amerika, während man bei uns noch hauptsächlich auf den Verwaltungsweg angewiesen ist. Namentlich seitens der Forstverwaltung aber geschieht in anerkannter Weise alles mögliche, um die Naturschutzbestrebungen zu fördern. So hat der Staat z. B. den Rotbuchenwald bei Allenstein, der eine geographische Verbreitungsgrenze darstellt, den einzigen noch existierenden Lindenwald bei Magdeburg und das reichste Eibenvorkommen Mitteleuropas in der Tucheler Heide geschützt, wo etwa 5000 Eiben bis zu 15 m Höhe eine Halbinsel bewalden. In besonders großzügiger Weise geht die Rheinprovinz vor, die mit großen Kosten eine Höhle und eine Eifel Landschaft mit einem jener „Maare“ genannten, kreisrunden vulkanischen Kraterseen angekauft hat. Einzelne deutsche Nordseeinseln sind als Brutstätten nordischer Vögel für Vogelschutzreservate erklärt worden, wie Memmert, Neuwerk, Trieschen, Norderoog, Jordsand und Ellenbogen, die nördlichste Halbinsel der Insel Sylt. Auf Grund des Verunstaltungsgesetzes ist die Küstenzone des ostpreussischen Samlandes sowie Strand und Umgebung von Danzig und Zoppot als Reservat erklärt. Von geschützten Seltenheiten der deutschen Flora sind noch zu erwähnen: Misteln, die in Schleswig-Holstein nur an einer Stelle auf Birken vorkommen; Stranddisteln, jene der Gefahr des Ausrottens in hohem Maße ausgesetzte Charakterpflanze der Strandvegetation; pontische Steppenvegetation im deutschen Weichselgebiet; Kiefern mit Hexenbesen im Wipfel; zypressenförmig entwickelte Wacholdersträucher in der Lüneburger Heide; Zwergbirken im Hochmoor des Kreises Kulm; Stelzenbäume; Edelweiß und andere seltene Pflanzen.

Weitere Naturschutzobjekte sind u. a. eine Sandsteingrotte bei Putzig, das Moränengebiet am Turm-



berg bei Danzig, der Plagesee und das angrenzende Fenn in der Mark Brandenburg, die Sandsteinfelsen am Elbufer der Sächsischen Schweiz, die Auewaldungen des Isartales bei München, große Teile des Bodetals oberhalb Thale am Harz sowie manche andere landschaftlich schöne Gegend Deutschlands. Auch das Fortbestehen vieler schöner Aussichten ist dadurch gewährleistet, daß innerhalb eines bestimmten Gesichtswinkels keine Veränderung vorgenommen werden, kein Wald abgeholzt und keine Baulichkeit errichtet werden darf. Die so reservierten Gebiete dienen aber auch praktischen Zwecken. Besonders gern holen sich Landschaftsmaler ihre Motive aus ihnen, und immer häufiger wird ihre Ausnutzung für verschiedene Zwecke des Schulunterrichtes. In Österreich ist u. a. der Werkotisch geschützt, jener Felsklotz bei Aussig, der eine fächerförmige Anordnung von sechskantig abgesonderten Basaltsäulen zeigt; in der Schweiz hat man mehrfach Waldreservate eingerichtet, namentlich zum Schutze der Arve; in Dänemark ist die größte Wanderdüne des Landes an der Nordspitze der Halbinsel bei Skagen, in Norwegen sind manche reizvolle Wasserfälle Objekte des Naturschutzes. Schweden hat zehn große Parks, unter denen der Torneträsk mit 19 deutschen Quadratmeilen Flächeninhalt der größte ist. Außerhalb Europas sind in erster Linie zu nennen die Vereinigten Staaten von Amerika, Argentinien, Holländisch-Indien und vor allem Neuseeland, dessen Naturschutzgebiet mit weit über 22 000 qkm größer ist als das aller Staaten Europas zusammengekommen. O. Baschin.

### Kleine Mitteilungen.

Im Bergbau ist als mechanische Triebkraft, abgesehen von der Verwendung von Tieren, stets zuerst der Dampf benutzt worden, da der zu dessen Erzeugung erforderliche Brennstoff sich überall sehr billig stellte und überdies das technische Personal in den Bergwerken mit der Verwendung dieses Triebmittels gut vertraut war. Die vielen Unzuverlässigkeiten, welche diese Antriebsform für die Arbeit unter Tage zur Folge hatte, sind dann durch Einführung der Druckluft für den Kraftbetrieb wesentlich verringert worden, vollständig beseitigt worden sind sie aber erst durch **Anwendung elektrischer Triebkraft**. Diese weist neben vielen anderen besonders den Vorzug auf, daß sie an einer Stelle erzeugt und nach beliebiger Entfernung geleitet werden kann, wobei sie sich dem jeweiligen wechselnden Bedürfnis anpaßt. Ihre Zuleitungen sind wenig empfindlich gegen mechanische Zerstörungen, wie sie durch Überschwemmungen oder durch Bodenbewegungen eintreten können. Sie dürfen an Orten angebracht werden, wo Dampfleitungen ein stetes Element der Gefahr bilden würden. Auch ist es bei elektrischem Betriebe möglich, jede einzelne Maschinenanlage für sich zu betätigen oder außer Dienst zu stellen, unabhängig von allen übrigen Teilen des Betriebes. Diese Vorzüge der elektrischen Triebkraft machen sich bei allen Arten von maschinellen Einrichtungen in den Bergwerken bemerkbar. So zeichnen sich die elektrischen Bergwerkslokomotiven durch große Leistungsfähigkeit und Einfachheit der Handhabung aus. Ihr größter Vorzug besteht aber in ihren kleinen Dimensionen, die es ermöglichen, die Gänge für die Fahrbahnen sehr eng zu halten und dadurch an Kosten zu sparen. Ihre Dauerhaftigkeit

ist dadurch erwiesen, daß eine von der *General Electric Company* gebaute elektrische Lokomotive seit 22 Jahren ununterbrochen im Betriebe ist. Bei tiefen Schachtanlagen kommen als Förderungsmittel elektrische Aufzüge zur Anwendung. Der elektrische Betrieb bietet bei diesen den Vorzug, daß sich ihr Kraftverbrauch ganz auf die Zeit beschränkt, wo ein solcher Aufzug in Tätigkeit ist. Auch kann ein Teil der verbrauchten Energie wiedergewonnen werden, indem man beim Niedergange des Aufzugs den zugehörigen Motor als Generator arbeiten läßt. In manchen Bergwerken müssen für eine Tonne geförderter Kohle mehr als 10 t Wasser herausgeschafft werden. Um den Betrieb eines solchen Bergwerks überhaupt lohnend zu gestalten, ist es denn überaus wichtig, den Pumpenbetrieb möglichst wirtschaftlich einzurichten. Dies ist aber nur durch elektrischen Antrieb möglich, der auch die Möglichkeit bietet, hinreichende Reserveanlagen bereit zu halten, die in Notfällen, z. B. bei plötzlichen Wassereinbrüchen, in Tätigkeit treten können. Am vorteilhaftesten für Bergwerksbetrieb haben sich Kreiselpumpen erwiesen, da sie auch leistungsfähig bleiben, wenn das zu fördernde Wasser Schlamm und feste Bestandteile enthält. Bei Betrieb durch einen Induktionsmotor von geeigneter Ausführung kann eine solche Pumpe auch in einem überschwemmten Schachte arbeiten. Eine derartige, von der *General Electric Company* gelieferte Pumpe von zwei Pferdekraften war einmal zehn Wochen hindurch fortwährend unter Wasser und trotzdem bei nur wenig verringerter Leistung befriedigend wirksam. Ebenso zeigt die elektrische Triebkraft ihre Vorzüge bei den Wasserhaltungsmaschinen, den Ventilatoren und Luftkompressoren. Die Stein- und Kohlenbrecher erfordern bei Dampftrieb manchmal mehr als 400 M. im Monat an Unkosten für Reparaturen der Antriebsriemen; der elektrische Betrieb erspart diese Kosten. Gleiche Vorteile werden auch bei elektrischem Betriebe der Kohlenhausmaschinen erzielt, mit denen etwa 40 % der mehr als 5 Milliarden Tonnen betragenden Kohlenförderung der Vereinigten Staaten gewonnen werden. (Bull. 48 011 der *General Electric Company*, Schenectady, N. J.) Mk.

**Deutschlands größte Höhle.** Der rührige Rheinisch-Westfälische Höhlenforschungsverein in Elberfeld hat bereits gegen 100, größtenteils vorher unbekannt gebliebene Höhlen des rheinisch-westfälischen Mitteldevons erforscht, vermessen und in seinen „Mitteilungen“ unter Beifügung von Plänen beschrieben. In der letzten (im Dezember 1914 ausgegebenen) Nr. 6 dieser Zeitschrift geben Dr. Th. Kopp und W. Zelter eine Beschreibung der *Kluterthöhle* bei Milspe (an der Eisenbahnstrecke Elberfeld—Hagen) unter Beigabe sauber gezeichneter Pläne, die die Ausdehnung und Lage der Gänge veranschaulichen. Diese Gänge sind bisher in einer Länge von 3,5 km erforscht und vermessen worden, so daß die Kluterthöhle wohl als die größte der deutschen Höhlen zu betrachten ist. Sie ist seit langer Zeit der Bevölkerung bekannt und wird mehrfach in der Literatur erwähnt, z. B. von Karl Julius Weber (1834) und von Ferdinand Freiligrath (1841). In den kriegereichen Zeiten der letzten Jahrhunderte diente sie den Bewohnern der ganzen Umgebung als Zufluchtsort. Die einzelnen kleinen Seitenstollen, die von den Hauptgängen der Höhle abzweigen, sind in so großer Zahl vorhanden, daß sich jeder Flüchtling einen solchen vom Hauptgang abgliedernd und durch eine Tür verschließen konnte. Da sich in der Höhle Bäche und

Ansammlungen guten Wassers befinden, so waren die Insassen vor dem Verdursten geschützt. Einige Hauptgänge sind bereits in einem von *Castringius* und *Stucke* (1800) veröffentlichten Plane abgebildet worden. Die eingehende Untersuchung der Höhle war von Landrichter Dr. *Benno Wolf* angeregt worden, der sich um die Erforschung zahlreicher Höhlen Deutschlands und des Auslandes verdient gemacht hat. Er begann die Arbeit gemeinsam mit W. *Zelter* im Januar 1912; später trat Dr. *Th. Koep* an seine Stelle. Die jetzt veröffentlichte Beschreibung verfolgt nur das Ziel, in weiteren Kreisen Fachleute zu werben, die sich an der geologischen und biologischen Durchforschung der Höhle beteiligen wollen. Der Hügel, in dem sie sich befindet, besteht aus „Honseler Schichten“ und stimmt in seiner Gesteinsbeschaffenheit mit dem Elberfelder Grauwackenschiefer überein. Wie in jenem, so findet man auch hier zwischen die Schiefer eine oder vielleicht mehrere Korallenbänke eingeschaltet. An eine dieser Bänke scheint das ganze Höhlensystem gebunden zu sein. Die Höhle wird von Spalten gebildet, die die Bank durchsetzen und zum Teil durch Auslaugen des Kalkes erweitert sind. Wände und Decken werden teilweise aus erdigen Schichten gebildet. Tropfsteinbildungen sind verhältnismäßig selten, und leider ist die letzte gut erhaltene, noch von den Verfassern besuchte und beschriebene Tropfsteinkammer, in der es Stalagmiten bis zu 83 cm Höhe gab, im letzten Jahre gedankenloser Zerstörungswut zum Opfer gefallen. Einige Funde verschiedener Gliedertiere wurden gemacht, doch dürfte eine eigens auf die biologische Erforschung der Höhle gerichtete Untersuchung reichere Ausbeute liefern. (*Mitteilungen des Rheinisch-Westfälischen Höhlenforschungsvereins in Elberfeld*, Nr. 6, Dezember 1914. Aus dem 14. Hefte der Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Elberfeld.)

F. M.

**Schallreflexion beim Donner.** Daß das Donnerrollen auf Schallreflexion beruht, ist wohl unbestritten. In Gebirgsgegenden wird auch allgemein angenommen, daß die Gebirgshänge es sind, woran diese Reflexion stattfindet. Wie aber auf ebenem Terrain? *Wilhelm Schmidt* weist in der *Meteorologischen Zeitschrift* 1914, 1, 33 f., darauf hin, daß vier verschiedene Erklärungen denkbar sind: Reflexion gegen Wolken, gegen eine Regenwand, gegen Luft von verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt und schließlich gegen eine Grenzschicht zwischen verschieden temperierten Luftmassen. Damit nun die Reflexion, welche in allen vier Fällen unbedingt stattfindet, auch wirklich in Betracht kommt, darf der zurückgeworfene Bruchteil der Energie nicht gegenüber der des direkt gehörten Schalles verschwinden. Dieser Bruchteil läßt sich aber leicht berechnen, wenn man die Dichten der beiden Medien und die Geschwindigkeiten des Schalles in ihnen kennt. Nimmt man an, daß die Schallstrahlen senkrecht einfallen, so erhält man unter Zugrundelegung extremer Werte für die Reflexion an Wolkenluft den Wert 0,00125, für diejenige an einer Regenwand 0,0005, für diejenige an der Grenze gegen Luft von verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt 0,0018 und für diejenige an der Grenzschicht zwischen um  $10^\circ$  voneinander verschieden temperierten Luftmassen 0,027. Diese letztere ist demnach weitaus überwiegend; ihr gegenüber ist die Größenordnung der übrigen  $\frac{1}{20}$  und geringer. Auch wenn die Schallstrahlen nicht senkrecht einfallen, ändert sich an diesem Gesamtergebnis nichts.

Jedenfalls kommt eine Regenwand so gut wie nicht als Ursache der Reflexion beim Donnerrollen in Betracht.

—2.

**Der Wehneltunterbrecher als Schwingungserzeuger.** Die drahtlose Telegraphie besitzt eine ganze Reihe von Methoden, einen elektrischen Schwingungskreis anzuregen. Ihre Entwicklung hat von der alten Knallfunkenstrecke über den Lichtbogensender zu den Stoßfunkenstrecken und in der jüngsten Zeit zu den Hochfrequenzmaschinen geführt. Jede dieser Methoden hat neben Vorteilen auch ihre Nachteile, die zum Teil stark ins Gewicht fallen. Daher wird eine neue Methode der Schwingungserregung Interesse finden, wenn es auch keine Idealmethode ist, sondern nur eine Schaltung, die rein physikalisch mannigfaches Interesse bietet. Es handelt sich um den Wehneltunterbrecher als Schwingungserreger (*G. A. Nilsson, Der Wehneltunterbrecher als Schwingungserzeuger. Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, Bd. IX, S. 127, 1914). Der Wehneltunterbrecher besteht bekanntlich aus zwei in bestleitende Schwefelsäure eintauchenden Elektroden; als positive Elektrode dient ein Platindraht, der nur einige Millimeter aus einem Porzellanrohr herausragt, als negative Elektrode ein Bleiblech von großer Oberfläche. Legt man eine Spannung von etwa 60 Volt an, so wird der Strom sehr regelmäßig unterbrochen, und zwar infolge von Gasblasen, die sich in schneller Folge an der Platinelektrode bilden. Von *P. Ludewig, C. Déguisne, Arndt* ist gezeigt worden, daß man bei Parallelschaltung eines Kondensators zum Wehneltunterbrecher in dem Kondensatorkreis Schwingungen erhält. Von *G. A. Nilsson* wird in der erwähnten Arbeit untersucht, wie sich diese Schwingungen in der Hochfrequenztechnik verwenden lassen. Dabei findet der Verfasser folgendes: Befindet sich in dem parallel zum Wehneltunterbrecher liegenden Schwingungskreis eine konstante Selbstinduktion und eine konstante Kapazität von einer solchen Größe, daß die entsprechende Schwingungszahl in der Skala der in der drahtlosen Telegraphie üblichen Frequenzen liegt, und variiert man die Stiftlänge des Wehneltunterbrechers, so hat der im Schwingungskreis fließende, mit einem Hitzdrahtinstrument gemessene Strom bei einer bestimmten Stiftlänge ein Maximum. Läßt man ferner alle anderen Schaltungselemente konstant und ändert man nur die Größe des Kondensators in dem zum Wehneltunterbrecher parallel liegenden Schwingungskreis, so nimmt mit kleiner werdendem Kondensator die Spannung am Kondensator zu. Im gleichen Sinne wirkt eine Vergrößerung der Selbstinduktion. Zur Prüfung der Dämpfung der so ausgelösten Schwingungen wurden in der üblichen Weise Resonanzkurven aufgenommen. Es zeigt sich, daß die Form der Resonanzkurve sehr wesentlich von dem Verhältnis von Kapazität zu Selbstinduktion abhängig ist. Ist dies Verhältnis klein, so ist die Dämpfung des Schwingungskreises nur wenig größer als die Eigendämpfung des Kreises ohne Wehneltunterbrecher, nimmt das Verhältnis aber zu, so wird die Dämpfung größer. Diese Tatsache macht es wahrscheinlich, daß der Wehneltunterbrecher bei großer Kapazität und kleiner Selbstinduktion ähnlich wirken könne, wie eine Stoßfunkenstrecke, und tatsächlich ergibt sich, daß man in einem mit dem Wehneltunterbrecherschwingungskreis gekoppelten zweiten Kreise recht ungedämpfte Schwingungen erzielen kann. Eine Erklärung dieser Versuchsergebnisse ist nicht gegeben.

P. Lg.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY  
RECEIVED  
MAY 13 1915  
U. S. Department of Agriculture

Heft 5.

29. Januar 1915.

Dritter Jahrgang

## INHALT:

Die Anwendung der lichtelektrischen Methode in der Astrophotometrie. Von *Prof. Dr. P. Guthnick* und *Dr. R. Prager, Neubabelsberg*. S. 53.

Vitalismus und Entwicklungsmechanik. Von *Prof. Dr. Albert Oppel, Halle*. S. 59.

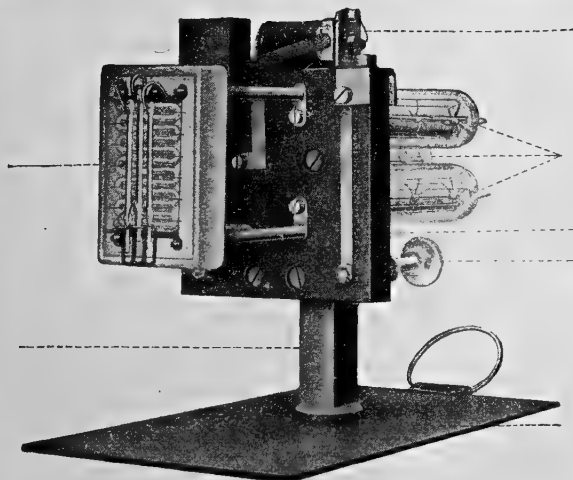
Besprechungen. S. 62.

Kleine Mitteilungen. S. 63.

## Allgemeine Elektrizitäts- Gesellschaft

Abt. Nernstlampen

Abt. Nernstlampen



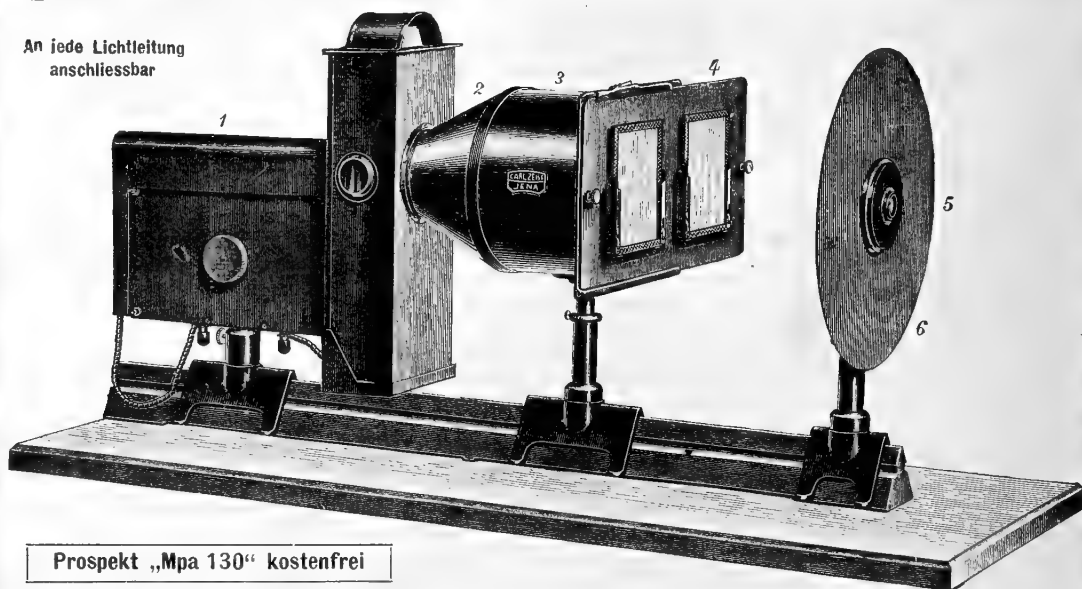
Neue  
Preisliste  
für  
Projektions-  
Lampen

erschienen.

# ZEISS

KLEINER  
PROJEKTIONSAPPARAT  
FÜR DIAPOSITIV

An jede Lichtleitung  
anschliessbar



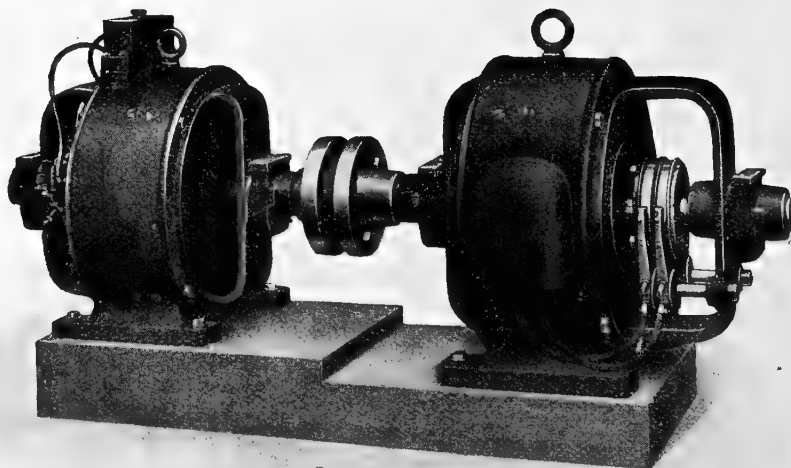
Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

## CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · Mailand · Wien · Buenos Aires.

# Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Experimentierzwecke.

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

29. Januar 1915.

Heft 5.

## Die Anwendung der lichtelektrischen Methode in der Astrophotometrie.

Von P. Guthnick und R. Prager.

Mit der von *Elster* und *Geitel* in so erstaunlicher Weise vervollkommenen lichtelektrischen Methode hat die Physik der Astronomie ein Geschenk dargebracht, dessen Wert man nicht leicht überschätzen können. Die neue Methode, die an Genauigkeit die bisher angewandten astrophotometrischen Methoden, wie gezeigt werden wird, ganz erheblich übertrifft, während ihre Objektivität gegenüber der nie ganz zu vermeidenden Subjektivität jener fast noch mehr ins Gewicht fällt<sup>1)</sup>, wird aller Voraussicht nach nicht allein für die Astrophotometrie, sondern auch für andere wichtige Gebiete der Astronomie, deren Grundlagen teilweise der Astrophotometrie entstammen, ja möglicherweise sogar für die Astrometrie reiche Früchte tragen.

Die Verfasser haben es sich zur Aufgabe gestellt, die hervorragende Brauchbarkeit der lichtelektrischen Methode durch Erprobung an einigen Aufgaben zu zeigen, deren Bewältigung mit den vorhandenen astrophotometrischen Beobachtungsmethoden unmöglich gewesen wäre. Über die ersten Ergebnisse, die vor kurzem veröffentlicht werden konnten<sup>2)</sup>, soll im folgenden berichtet werden.

Die Fig. 1 ist eine der Originalabhandlung entnommene schematische Darstellung des Apparates. Bei *AA* ist der Apparat an das Okularende eines äquatorialen Refraktors von 30 cm Öffnung und 5,1 m Brennweite angesetzt. Bei *BB*, in der Brennebene des Objektivs, befindet sich die Irisblende, die zur Absonderung des zu messenden Sterns von Nachbarsternen dient. Mit Hilfe des rechtwinkligen Prismas *C* und des kleinen Fernrohrs *D* wird der Stern in die Mitte der Öffnung der Irisblende gebracht, worauf das Prisma aus dem Strahlengang herausgezogen

wird. Das Licht des eingestellten Sterns fällt dann auf die Zelle *M* in der lichtdichten Kapsel *KK*. Der in der Zelle erregte Photostrom wird durch das Elektrometer *W* gemessen. Das Elektrometer hängt unter der Zellenkapsel in einem Cardanischen Gehänge und ist von dem von *Wulf* angegebenen Typus (mit gespanntem

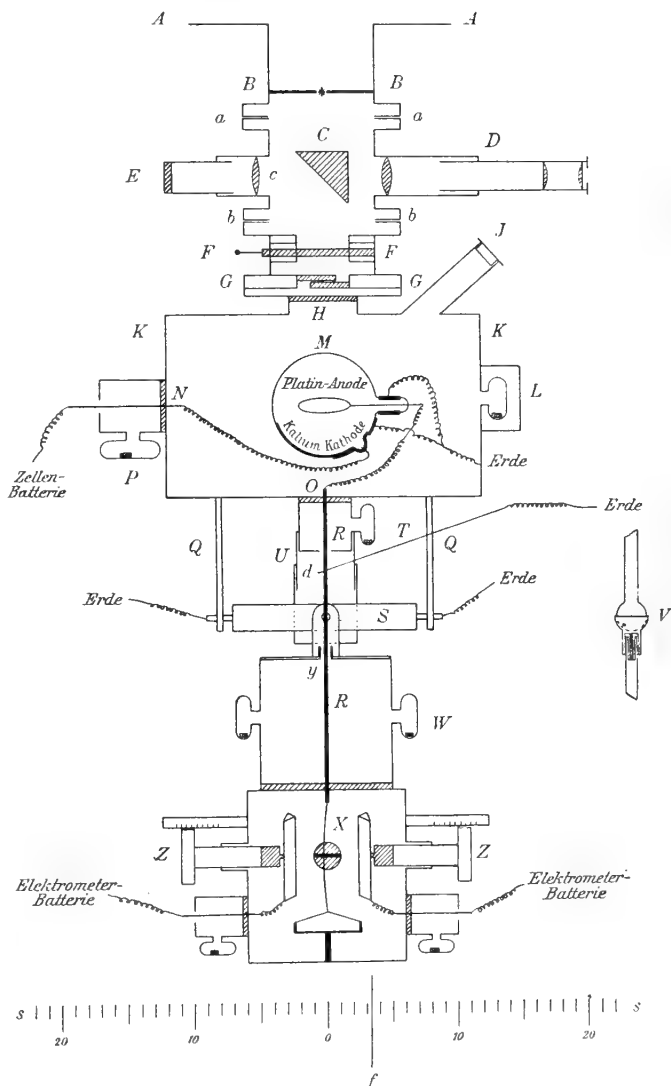


Fig. 1. Schematische Darstellung des lichtelektrischen Apparates.

<sup>1)</sup> Wir sehen hierbei ab vom Selephotometer, das dem lichtelektrischen Photometer in gewissem Sinne verwandt ist, und mit dem *Stebbins* sehr schöne Erfolge erzielt hat. Es ist zwar an Genauigkeit, nicht aber an Lichtempfindlichkeit der Photozelle vergleichbar. Die Empfindlichkeit steht bei den beiden Methoden im Verhältnis von etwa 1 : 100. Das Selephotometer kann daher gegenwärtig nur auf die hellsten Sterne angewandt werden. Wegen seiner von der der Photozelle gänzlich abweichenden spektralen Empfindlichkeit wäre aber eine weitere Ausbildung des Selephotometers von großem Wert.

<sup>2)</sup> Photoelektrische Untersuchungen an spektroskopischen Doppelsternen und an Planeten. Von *P. Guthnick* und *R. Prager*. Veröffentlichungen der Königlichen Sternwarte zu Berlin-Babelsberg, Band I, Heft 1.



Skalenteile bestimmt. Diese Art der Messung ist dem Astronomen ganz besonders vertraut, da sie sich nicht wesentlich von der Registrierung von Sterndurchgängen im Passageninstrument unterscheidet.

Das erste Objekt, auf das der Apparat zur Prüfung angewandt wurde, war der helle spektroskopische Doppelstern  $\beta$  Cephei. Dieser Stern hat unter allen der spektrographischen Untersuchung zugänglichen Doppelsternen die kürzeste Umlaufzeit; sie beträgt nur 4,6 Stunden. Da der gegenseitige Abstand der beiden Komponenten des Systems aus diesem Grunde sehr gering sein muß, so war es von vornherein nicht unwahrscheinlich, daß mit der Bahnbewegung physikalische Einwirkungen der Komponenten aufeinander verbunden sein würden, die sich in periodischen Helligkeitsänderungen verraten konnten. Diese Vermutung wurde durch die Messungen bestätigt. Die Fig. 2 zeigt das Ergebnis der Helligkeitsmessungen. Die Ordinaten stellen in Größenklassen die gemessenen Helligkeitsunterschiede zwischen dem Veränderlichen und

Tausenden zählenden, offenbar eng verwandten Sternhaufen-Veränderlichen bisher nahezu 200 beträgt, Doppelsterne sind, und daß der Lichtwechsel auf irgendeine Weise durch die Bahnbewegung verursacht wird. Welcher Art dieser Zusammenhang ist, konnte bisher noch nicht klargestellt werden, da die Zahl der Fälle, die eine genauere photometrische und spektrographische Untersuchung zulassen, noch allzu gering ist. Einen Fingerzeig glaubte man in folgendem zu sehen: die Vergleichung des Lichtwechsels mit der Bahn ergab, daß das Maximum der Helligkeit ungefähr mit dem Maximum der negativen Geschwindigkeit zusammenfällt, mit anderen Worten, daß die in bezug auf die Richtung der Bahnbewegung vordere Hemisphäre der im Spektrum der 10  $\delta$  Cephei-Veränderlichen stets sehr stark vorherrschenden helleren Komponente, die man daher wohl in diesen Fällen als die Trägerin des Lichtwechsels zu betrachten hat, eine größere Leuchtkraft besitzt als die hintere. Als Ursache dieser auffallenden Helligkeitsverteilung auf den Oberflächen der  $\delta$  Cephei-Sterne vermutet man das

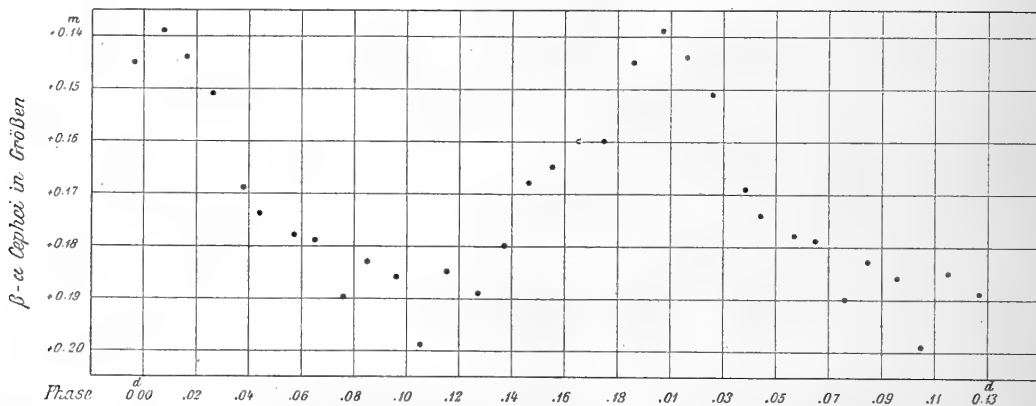


Fig. 2. Lichtkurve von  $\beta$  Cephei.

einem als Vergleichsobjekt dienenden Nachbarstern dar, die Abszissen in Dezimalteilen des Tages die Phase der Bahnbewegung der helleren Komponente des Systems, die allein im Spektrum wahrnehmbar ist. Die Punkte sind Mittelwerte aus Messungen zu verschiedenen Zeiten. Der Lichtwechsel ist kontinuierlich und hat dieselbe Periode wie die Bahnbewegung; er wird nicht durch Bedeckungen, auch nicht teilweise, hervorgerufen. Dies ist aber das Charakteristikum der Veränderlichen vom  $\delta$  Cephei-Typus. Die ganze Helligkeitsschwankung beträgt nur 0,050 Größenklassen oder 5,0 % der Intensität.

Unter den gegenwärtig bekannten Veränderlichen vom  $\delta$  Cephei-Typus sind 10, deren Helligkeit für eine genauere spektrographische Untersuchung ausreicht. Man hat gefunden, daß alle 10 spektroskopische Doppelsterne sind, deren Umlaufzeiten den Lichtwechselperioden gleich sind. Hieraus hat man geschlossen, daß sämtliche Veränderlichen dieser Art, deren Zahl ohne die nach

Vorhandensein eines relativ ruhenden, das System umhüllenden Mediums, durch dessen Widerstand, abgesehen von anderen wahrscheinlichen Wirkungen, die Vorderseite der betrachteten Komponente von der absorbierenden Atmosphäre teilweise entblößt wird. Eine Stütze erhält diese Theorie durch die Tatsache, daß im Spektrum mehrerer spektroskopischer Doppelsterne neben den periodisch bewegten Linien auch solche vorkommen, die an der periodischen Bewegung nicht teilnehmen. Es handelt sich hierbei fast ausschließlich um die Calciumlinien H und K. Dies deutet auf ein das ganze System umhüllendes gasförmiges, Calciumdampf enthaltendes Medium hin. Daß gerade bei den 10 genauer bekannten  $\delta$  Cephei-Veränderlichen keiner sich befindet, der diese Eigentümlichkeit zeigt, will nicht viel besagen, da sie sämtlich Spektralklassen angehören, in denen die Calciumlinien H und K sehr breit und kräftig sind, wodurch die etwa vorhandenen unbewegten Linien verdeckt werden.

Leider scheint bisher noch kein Fall bekannt

zu sein, in dem zweifellos festgestellt werden konnte, ob die konstante Radialgeschwindigkeit der Linien H und K die des Systemschwerpunkts ist. In den untersuchten Fällen wurde nämlich stets die Schwerpunktsgeschwindigkeit des Systems sehr klein gefunden, so daß die Geschwindigkeit des Systems relativ zur Sonne sehr nahe gleich der Geschwindigkeit der letzteren und daher keine sichere Entscheidung der Frage möglich ist.

Diesen ersten Anfängen einer Theorie der  $\delta$  Cephei-Veränderlichen stehen noch gewichtige Bedenken entgegen, von denen nur eins hier erwähnt sei: die Abweichung des Helligkeitsmaximums von dem Maximum der negativen Geschwindigkeit, die nach der Theorie im Durchschnitt Null sein sollte, hat in den bisher bekannten Fällen einen ausgesprochen systematischen Charakter, indem in 8 von den 10 Fällen das Helligkeitsmaximum vor dem negativen Geschwindigkeitsmaximum eintritt. Diese Abweichungen gehen bis zu mehr als  $60^\circ$ ; in dem neu hinzukommenden Falle  $\beta$  Cephei beträgt sie in dem gleichen Sinne sogar  $65^\circ$ . Man ersieht bereits

Durchmusterung der spektroskopischen Doppelsterne mit kürzeren und mittleren Umlaufzeiten unternommen. Das Ergebnis war ein derartiges, daß wir bereits nach wenigen Monaten das weitere Suchen nach Veränderlichen aufgeben mußten, um erst einmal die wichtigeren der gefundenen neuen Veränderlichen zu erledigen. Bemerkenswerterweise gehören fast alle von uns bisher gefundenen Veränderlichen, soweit ein Urteil darüber bereits möglich ist, dem  $\delta$  Cephei-Typus an, obwohl wir aus hier nicht zu erörternden Gründen die sehr frühen Spektralklassen bevorzugt haben, in denen nach den bisherigen Erfahrungen  $\delta$  Cephei-Sterne gar nicht oder doch höchst selten, dafür verhältnismäßig um so häufiger Algol- oder  $\beta$  Lyrae-Veränderliche hätten angetroffen werden sollen. Wir haben von letzteren bisher höchstens einen gefunden. Es ist demnach zu hoffen, daß schon in wenigen Jahren genügend Material zum Aufbau einer Theorie der  $\delta$  Cephei-Sterne vorhanden sein wird.

Ein zweiter der neu aufgefundenen Veränderlichen ist die hellere Komponente des visuellen Doppelsterns  $\alpha$  Canum venaticorum. Es war seit

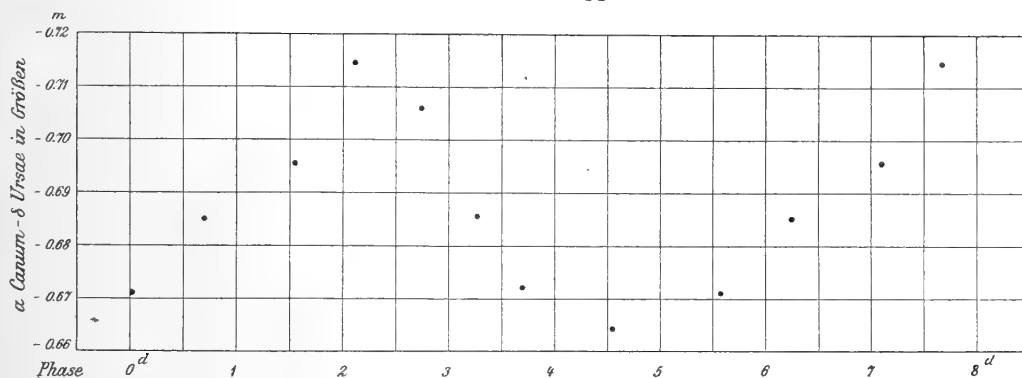


Fig. 3. Lichtkurve von  $\alpha$  Canum venaticorum.

daraus, daß es dringend nötig ist, das Beobachtungsmaterial noch ganz erheblich zu vermehren, bevor ernstlich an die Erklärung der Veränderlichen vom  $\delta$  Cephei-Typus geschritten werden kann. Die Erfüllung dieser Forderung würde aber eine sehr mißliche und langwierige Sache sein, wenn man auf die bisherigen astrophotometrischen Methoden angewiesen wäre; sind doch seit der Entdeckung des ersten der 10 helleren  $\delta$  Cephei-Veränderlichen 130 Jahre verflossen! Die verhältnismäßig geringe Genauigkeit der bisherigen Meßmethoden brachte es weiter mit sich, daß im wesentlichen nur die extremen Fälle (diejenigen mit den größten Lichtwechsel-Amplituden, 35 % der Intensität und mehr) gefunden werden konnten, betreffs deren mancherlei Anzeichen dafür sprechen, daß sie in physikalischer und mechanischer Beziehung nicht typisch für ihre Klasse, sondern durch Nebenerscheinungen komplizierte Fälle sind, wodurch die Erklärung der Erscheinungen noch mehr erschwert wird.

Nach Beendigung der Untersuchung von  $\beta$  Cephei wurde zunächst eine systematische

mehreren Jahren bekannt, daß das Spektrum dieses Sternes Absorptionslinien enthält, deren Stärke erheblichen Schwankungen unterworfen ist. Neuerdings hat man gefunden, daß diese Schwankungen in einer Periode von rund  $5\frac{1}{2}$  Tagen verlaufen, und daß parallel hiermit Verschiebungen der Linien gehen, so daß die spektroskopische Duplizität des Sterns außer Zweifel stand. Ein merkwürdiges Zusammentreffen ist es, daß die Linien mit wechselnder Intensität sehr nahe mit den stärksten Linien des auf der Erdoberfläche seltenen Europiums zusammenfallen. Dies ist nicht ohne Interesse, da in neuerer Zeit die Gruppe der seltenen Erden in den Verdacht geraten ist, daß sie eine ähnliche Rolle wie die der radioaktiven Elemente spielt. Die lichtelektrischen Messungen ergeben eine in  $5\frac{1}{2}$  Tagen verlaufende periodische Helligkeitsschwankung von 0,051 Größenklassen. Die Fig. 3 stellt die Lichtkurve des Veränderlichen dar.

Von den Eigentümlichkeiten dieses Sternes sei nur eine noch hervorgehoben. Aus zahlreichen lichtelektrischen Messungen an den verschiedenen

Sternen hatte sich als ein Nebenresultat die von vornherein zu erwartende Tatsache ergeben, daß die Extinktion des Sternenlichtes in der Erdatmosphäre in sehr merklichem Grade vom Spektraltypus der Sterne abhängt. Da mit einer blauviolett empfindlichen Natriumzelle gearbeitet wurde, so mußte an Stelle der für den visuellen Spektralbereich geltenden Extinktionskorrektur eine größere angewandt werden. Die Faktoren, mit denen die visuelle Extinktionskorrektur für Na-Messungen zu multiplizieren sind, fanden wir für den I. Spektraltypus zu 2,0, für den II. Spektraltypus zu 1,6, für den III. zu 1,3. Bei  $\alpha$  Canum venaticorum zeigte sich nun merkwürdigerweise, daß, um die Extinktion völlig zu eliminieren, ein Faktor genommen werden mußte, der einem wesentlich früheren Spektraltypus zukommt, als der ist, dem das Spektrum seinem allgemeinen Aussehen nach angehört. In Übereinstimmung damit steht der Farbenindex (Differenz der photographischen und visuellen Helligkeit) des Sternes, der, wie nachher etwas ausführlicher erläutert werden soll, ein Maß für den Spektraltypus ist; er entspricht ebenfalls einem früheren

schwankung, die bis jetzt ermittelt worden ist. Gemäß den bisherigen Erfahrungen ist  $\gamma$  Bootis unzweifelhaft ein spektroskopischer Doppelstern mit 7 Stunden Umlaufszeit. Wir haben nachträglich erfahren, daß schon früher die Duplizität auf Grund zahlreicher spektrographischer Aufnahmen vermutet worden ist, aber infolge der ungünstigen Beschaffenheit der Spektrallinien, die die scharfe Ausmessung sehr erschwerte, nicht sicher nachgewiesen werden konnte. Daraus ergibt sich, daß unter Umständen die Photozelle für den Nachweis spektroskopischer Duplizität und die Ermittlung der Periode dem Spektrographen überlegen sein kann. Über die Bahn von  $\gamma$  Bootis ist zurzeit noch nichts bekannt.

Die Fig. 5 stellt die noch unter Beobachtung stehende vorläufige Lichtkurve von  $\alpha$  Geminorum dar, bei dem die Messungen eine Helligkeitsschwankung von rund 0,10 Größenklassen aufgedeckt haben. Bekanntlich ist dieser Stern ein visueller Doppelstern mit mehrhundertjähriger Umlaufszeit. Beide Komponenten des visuellen Systems sind aber ihrerseits auch spektroskopi-

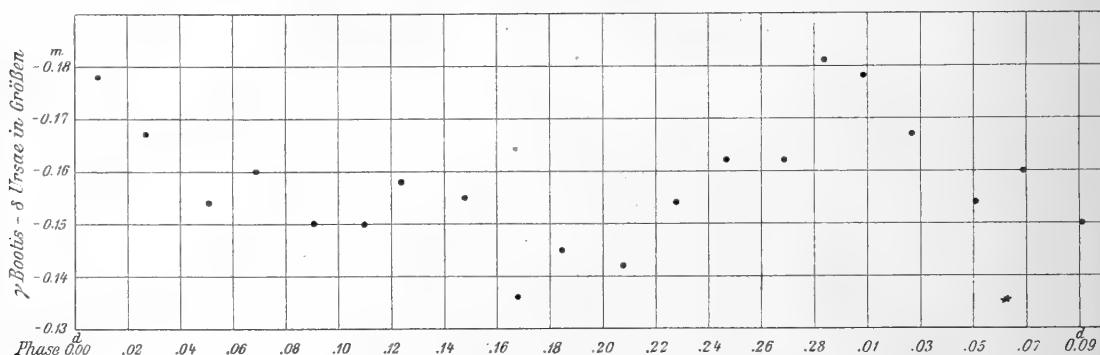


Fig. 4. Lichtkurve von  $\gamma$  Bootis.

Spektraltypus. Dies bestätigt in gewissem Sinne die Vermutung, die man auf Grund der spektralen Erscheinungen hegt, daß nämlich die schwächere, im Spektrum zurücktretende spektroskopische Komponente von  $\alpha$  Canum venaticorum sich noch in einem sehr frühen Entwicklungszustande befinden müsse.

Die Vergleichung der Lichtkurve mit der spektroskopischen Bahn ist zurzeit nicht durchführbar, da die Periode noch nicht genau genug bestimmt ist, um die Zwischenzeit von einem Jahr zwischen den spektrographischen und lichtelektrischen Beobachtungen mit Sicherheit überbrücken zu können.

Unter den Vergleichsternen für  $\alpha$  Canum venaticorum wurde einer,  $\gamma$  Bootis, ebenfalls als kurzperiodisch veränderlich festgestellt. Die Fig. 4 stellt die Lichtkurve dieses Veränderlichen dar, dessen Periode nur 7 Stunden beträgt. Dem Charakter nach gehört sie ohne Zweifel gleichfalls zum  $\delta$  Cephei-Typus. Ihre Amplitude ist nur 0,043 Größenklassen, gleich 4,3 % der Intensität: das ist die kleinste Helligkeits-

sche Doppelsterne, die hellere mit 9,2-, die schwächere mit 2,9-tägiger Umlaufszeit. Die Helligkeitsschwankung verläuft in 2,9-tägiger Periode, gehört also der schwächeren visuellen Komponente an. Von der 9,2-tägigen Periode haben sich in den Messungen bisher keine Spuren bemerkbar gemacht. Da es nicht möglich ist, die beiden visuellen Komponenten, deren Abstand nur 5–6 Sekunden beträgt, mit einem Refraktor wegen der ungenügenden Vereinigung der Strahlen verschiedener Wellenlänge im Fokus desselben getrennt zu messen, so mußte das Gesamtlicht gemessen werden. Die wahre Amplitude der veränderlichen Komponente allein würde nahezu 0,3 Größenklassen betragen.

Die spektroskopische Bahn der veränderlichen Komponente ist recht genau bekannt. Ihre Vergleichung mit der Lichtkurve ergibt die bemerkenswerte Tatsache, daß das Maximum der Helligkeit mit dem negativen Geschwindigkeitsmaximum nicht der helleren, sondern der schwächeren Komponente des betrachteten Systems zusammentrifft. In diesem System würde

also gemäß der erwähnten Theorie die lichtschwächere Komponente die Hauptträgerin des Lichtwechsels sein. Hiermit vergleiche man die Andeutungen von sekundären Maxima in den Lichtkurven von  $\beta$  Cephei und besonders von  $\gamma$  Bootis, die kurz vor dem Minimum der Helligkeit auftreten, da, wo der erwähnten Theorie gemäß das Maximum der Nebenkomponeute sein müßte. Auch unter den älteren  $\delta$  Cephei-Sternen kennt man nicht wenige Fälle mit ähnlichen sekundären Maxima. Theoretisch wäre auch der Fall durchaus denkbar, daß die beiden Komponenten einen nahe gleichgroßen Lichtwechsel zeigen; dann würde eine Lichtkurve entstehen, die leicht mit einer  $\beta$  Lyrae-Kurve (wechselseitige Bedeckung und Rotation zweier ellipsoidisch geformter, nahezu gleichheller Komponenten) verwechselt werden könnte, obwohl ihre Entstehung eine total verschiedene ist.

Von den vier im Vorhergehenden behandelten Sternen gehören drei, nämlich  $\beta$  Cephei,  $\alpha$  Canum venaticorum und  $\alpha$  Geminorum frühen bzw. sehr frühen Spektralklassen an; nur  $\gamma$  Bootis nähert

lichen), die in der Regel sehr frühen Spektralklassen angehören, die Lichtkurven nicht reine Bedeckungskurven, oder die Kombination einer Bedeckungskurve mit der Lichtkurve eines rotierenden Ellipsoids, darstellen, sondern durch einen aufgepfropften  $\delta$  Cephei-Lichtwechsel mehr oder weniger modifiziert werden. Diese Betrachtung vermag vielleicht einiges Licht auf zwei bisher unerklärte Wahrnehmungen zu werfen: auf die merkliche Asymmetrie der Lichtkurve einiger Algol-Veränderlicher, die nicht in der Bahnexzentrizität ihren Grund haben kann, und auf die Tatsache, daß bei mehreren Verfinsterungsveränderlichen das Helligkeitsminimum nicht genau mit der aus den spektrographischen Daten sich ergebenden Konjunktion der Komponenten zusammenfällt.

Außer diesen Untersuchungen auf dem Gebiet der veränderlichen Sterne wurde eine Untersuchung der Planeten *Mars* und *Saturn* unternommen, mittels derer wir hofften, die (unregelmäßig) kurzperiodische Veränderlichkeit der Sonnenhelligkeit, die von *Abbot*, *Fowle* und

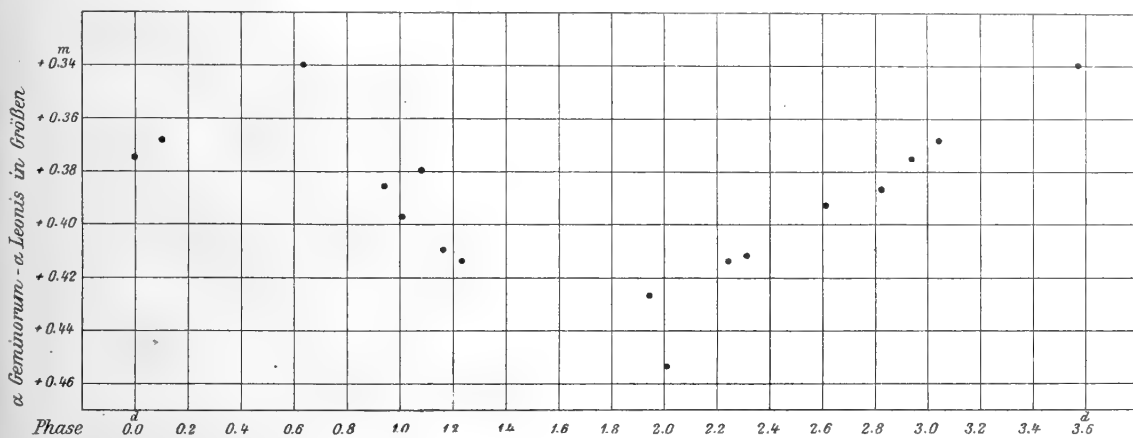


Fig. 5. Lichtkurve von  $\alpha$  Geminorum.

sich dem zweiten Spektraltypus. Dies ist um so bemerkenswerter, als die bisher bekannten Veränderlichen vom  $\delta$  Cephei-Typus, also diejenigen mit großen Lichtwechselamplituden, soweit ihr Spektraltypus hat bestimmt werden können, was in etwa 100 Fällen möglich war, fast durchweg dem I.—II., II. oder II.—III. Spektraltypus, bei weitem vorwiegend aber dem II. angehören. Die wenigen Ausnahmen bedürfen fast sämtlich einer kritischen Nachprüfung.

In Anknüpfung hieran wäre noch auf einen weiteren Umstand hinzuweisen. Wenn, wie es die bisherigen Ergebnisse der lichtelektrischen Messungen sehr wahrscheinlich gemacht haben, mit spektroskopischer Duplizität von kleiner oder mittlerer Umlaufzeit in der Regel ein mit derselben Periode verlaufender Lichtwechsel verbunden ist, und das Auftreten dieser Erscheinungen ebensowohl in den frühen Spektralklassen möglich ist, wie in den mittleren, so ist anzunehmen, daß auch bei echten Verfinsterungs-Veränderlichen (Algol- und  $\beta$  Lyrae-Veränder-

*Aldrich* durch Bolometermessungen sehr wahrscheinlich gemacht worden ist, nachprüfen zu können. Das Ergebnis der Untersuchung war aber unerwarteterweise eine verhältnismäßig starke Veränderlichkeit des Planeten *Mars* mit der Periode seiner Achsendrehung, während die Helligkeit der Sonne, bzw. des *Saturn*, zur Zeit unserer Messungen, wenn überhaupt, so jedenfalls nur sehr schwach veränderlich gewesen ist, wobei freilich die große Verschiedenheit des effektiven Spektralgebietes in den beiden Methoden nicht außer acht zu lassen ist. Eine Vergleichung der Lichtkurve des *Mars* (Fig. 6) mit den Karten des Planeten zeigt, daß der Lichtwechsel, dessen Amplitude etwa 18 % beträgt, durch die Flecken desselben hervorgerufen wird. Das Maximum der Helligkeit fällt nämlich genau mit der Zeit zusammen, zu der das von dunklen Flecken leerste Gebiet der Oberfläche des Planeten die sichtbare Hemisphäre bildet, während das Minimum der Helligkeit mit der Sichtbarkeit der fleckenreichsten Gegend zu-

sammentrifft. Hiermit bietet *Mars* eine einzigartige Gelegenheit, direkt nach Ursache und Wirkung die Helligkeitserscheinungen zu studieren, welche ein Planet darbietet, der um eine gegen seine Bahn um die Sonne stark geneigte Achse rotiert, und dessen Oberfläche mit hellen und dunkeln, konstanten und veränderlichen Flecken bedeckt und auch allgemeinen physikalischen (meteorologischen) Veränderungen unterworfen ist. Es ist eine ganze Reihe von Satelliten und Planetoiden bekannt, die einen Lichtwechsel zeigen, der offenbar auf ähnliche Ursachen zurückgeführt werden muß, bei denen jedoch eine direkte Wahrnehmung der Vorgänge auf ihrer Oberfläche wegen der Kleinheit ihrer scheinbaren Scheiben unmöglich ist.

Eine andere Untersuchung betraf die Frage, ob es möglich sei, durch Ausnutzung der selektiven Empfindlichkeit der Alkalizellen eine lichtelektrische Methode der Bestimmung der *Farbenindices* der Sterne zu erhalten, die der bisher ausgeübten photographisch-visuellen Methode an Genauigkeit wesentlich überlegen ist. Der Farbenindex oder der Unterschied zwischen photo-

gedehnt werden kann, als die direkte Bestimmung des Spektrums.

Nun haben, ähnlich wie Auge und photographische Platte, auch die Zellen aus verschiedenen Alkalimetallen ihr Empfindlichkeitsmaximum an verschiedenen Stellen des Spektrums; z. B. eine von uns benutzte Natriumzelle bei etwa  $420\text{ }\mu$  (mit Berücksichtigung der selektiven Absorptionswirkung des Fernrohrobjektivs), eine ebenfalls von uns benutzte Rubidiumzelle dagegen bei  $470\text{ }\mu$ . Dieser spektrale Unterschied ist beträchtlich kleiner als derjenige zwischen dem visuellen und photographischen Empfindlichkeitsmaximum. Trotzdem ist die Genauigkeit der lichtelektrischen Bestimmung der Farbenindices erheblich größer als die der photographisch-visuellen Methode. Wir können auf Grund unserer Erfahrungen<sup>1)</sup> sagen, daß es möglich sein wird, mit ganz geringem Arbeitsaufwand lichtelektrisch den Spektraltypus eines Sternes genauer zu bestimmen, als durch direkte Untersuchung seines Spektrums, wofern nur die erst in den rohen Zügen bekannte Gesetzmäßigkeit des Zusammenhanges zwischen Farbenindex und Spektraltypus bei schärferer Prüfung auch

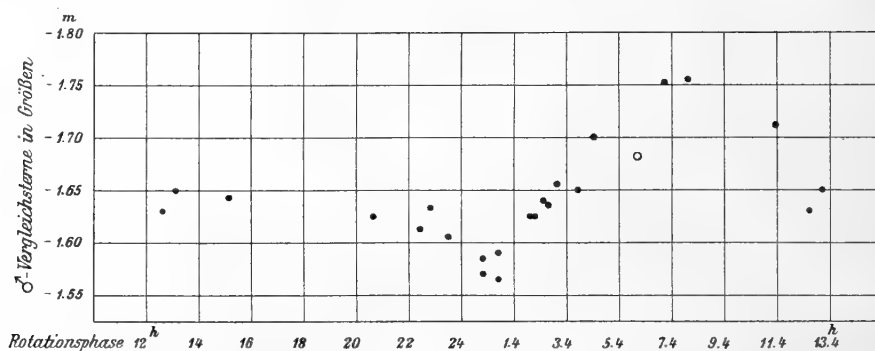


Fig. 6. Lichtwechsel des Mars, abhängig von der Rotation.

graphischer und visueller Helligkeit eines Sterns, mit anderen Worten, das Intensitätsverhältnis zwischen dem photographischen und visuellen Teil seines Spektrums, wird in Größenklassen ausgedrückt, wobei man, da es sich nur um relative Werte handeln kann, den Farbenindex eines Sterns vom I. Spektraltypus willkürlich gleich 0,0 Größenklassen setzt. Man fand, daß der Farbenindex in einem gesetzmäßigen Zusammenhang mit dem Spektraltypus steht; er ist im Sinne: photographische—visuelle Helligkeit negativ für Sterne, deren Spektrum einer früheren Stufe als der ersten angehört (Helium- und Wolf-Rayet-Sterne), wird mit den auf den I. Spektraltypus folgenden Spektralstufen positiv und wächst mit fortschreitendem Spektrum stetig an. Für einen Stern vom III. Spektraltypus z. B. beträgt der Farbenindex bereits +1,7 Größenklassen. Man sieht ohne weiteres, daß umgekehrt die Bestimmung des Farbenindex ein Maß für den Spektraltypus geben kann. Dies ist von großer Bedeutung, da die Bestimmung des Farbenindex bis zu außerordentlich viel schwächeren Sternen herab aus-

individuell sich als hinreichend streng erweist. Die andern Methoden behalten ihren Wert uneingeschränkt für die schwachen und schwächsten Sterne, die gegenwärtig der lichtelektrischen Methode noch unzugänglich sind, wenn auch die wohl begründete Hoffnung besteht, daß man mit der Vergrößerung der Empfindlichkeit der lichtelektrischen Methode in nächster Zukunft schon einige Fortschritte machen wird.

Mit unserem jetzigen Apparat, in Verbindung mit dem 30 cm-Refraktor, können wir noch Sterne der 7. photographischen Größe messen; mit Hilfe eines 150 cm-Reflektors ist man photographisch-photometrisch bis zur 17. Größe gelangt, lichtelektrisch würde man mit diesem Instrument bis zur 10.—11. Größe gelangen. Wenn die vorhin erwähnten Hoffnungen, die sich teils auf die Zelle, teils auf das Elektrometer beziehen, auch nur in dem bescheidenen Umfange sich verwirklichen, der jetzt bereits gesichert erscheint, so

<sup>1)</sup> Astronomische Nachrichten Nr. 4763.



kann man mit einer Vergrößerung der Lichtstärke des Apparates um etwa  $3\frac{1}{2}$  bis 4 Größenklassen rechnen, d. h. die 14. Sterngröße würde erreicht werden. Man ersieht hieraus, daß bezüglich der Lichtstärke die lichtelektrische Methode mit den bisherigen Methoden bis auf weiteres nicht in Wettstreit treten kann. Diesem Nachteil steht nun der Vorteil einer erheblich größeren Genauigkeit gegenüber. Die Unsicherheit guter visueller oder photographischer Helligkeitsbestimmungen kann man im Durchschnitt auf etwa 5 % schätzen; die Unsicherheit unter normal günstigen Verhältnissen erhaltener lichtelektrischer Helligkeitsbestimmungen finden wir etwa  $\frac{1}{2}$  %. Diese Erhöhung der Genauigkeit bedeutet aber bereits innerhalb des Gebietes der sieben ersten Sterngrößen einen solchen Zuwachs an Problemen, daß Jahrzehnte ihn nicht erschöpfen werden.

Zum Schluß möchten wir es uns nicht versagen, noch auf einige im Vorhergehenden nicht berührte astrophotometrische Aufgaben, die voraussichtlich von der lichtelektrischen Methode eine ganz besondere Förderung zu erwarten haben werden, mit ein paar Worten einzugehen.

Zunächst die Aufstellung einer absoluten Helligkeitsskala der Fixsterne: darunter versteht der Astronom ein Helligkeitssystem, in dem eine Größenklasse genau einem Intensitätsverhältnis von 1 : 2,5119 entspricht. Der Schaffung eines solchen Systems, das für stellarstatistische Untersuchungen (Untersuchungen über den Bau des Fixsternsystems) unentbehrlich ist, stellte sich die bisher unüberwindliche Schwierigkeit entgegen, daß es nicht gelang, die Messungen, die visuellen sowohl wie die photographischen, frei von systematischen, persönlichen Fehlern zu erhalten, die die Skala verfälschen. Die Fehler dieser Art sind wahrscheinlich so bedeutend, daß das Intensitätsverhältnis der schwächsten zu den hellsten Sternen um 100 % oder mehr unrichtig sein mag. Die Bedeutung solcher Fehler beruht auf dem Umstand, daß man der scheinbaren Helligkeiten für die Untersuchungen über die Konstitution der Milchstraße nicht entraten kann. Diese Schwierigkeit wird durch die lichtelektrische Methode beseitigt. Wie *Elster* und *Geitel* nachgewiesen haben, ist der Photoeffekt der erregenden Lichtintensität innerhalb der Genauigkeit der Messungen für einen praktisch unbegrenzten Helligkeitsbereich proportional. Dies fanden wir an unserm Apparat, allerdings für ein viel kleineres Helligkeitsintervall (1 : 11), durchaus bestätigt. Es ist ferner mit Leichtigkeit möglich, die Proportionalität jederzeit zwischen den Messungen an den Sternen durch absolute Methoden streng zu kontrollieren; wir besitzen eine erprobte Anordnung für diesen Zweck. Es ist demnach möglich, innerhalb der Sterngrößen, die der lichtelektrischen Methode gegenwärtig zugänglich sind, eine absolute Helligkeitsskala aufzustellen. Die für diesen Zweck notwendige Kenntnis der Spektren der Sterne gewinnt man,

ebenfalls lichtelektrisch, auf dem schon beschriebenen Wege.

Ein anderes Arbeitsfeld ist die Spektralphotometrie im engeren Sinn, die hauptsächlich der Bestimmung der effektiven Temperatur der Sterne dient. Hier kommt ein bisher noch nicht berührter Vorzug der lichtelektrischen Methode, ihre Unabhängigkeit von der geometrischen Beschaffenheit der zu messenden bzw. zu vergleichenden Lichtquellen, schon wesentlicher zur Geltung als bei den bisher besprochenen Aufgaben, vor allem aber auch wiederum ihre hohe Genauigkeit, während andererseits ihre geringere Empfindlichkeit gerade hier gegenwärtig noch recht fühlbare Grenzen setzt.

Die erwähnte Unabhängigkeit der Methode von der geometrischen Beschaffenheit der Lichtquellen macht sie ferner für die Photometrie von flächenhaften Gebilden geeignet. Denn es kommt bei ihr lediglich auf die Summe der zur Wirkung gelangenden Energie, nicht auf ihre Verteilung an; es ist z. B. auch gleichgültig, ob ein Stern extrafokal oder fokal gemessen wird. Daher kann ohne weiteres ein Flächengebilde (Mond, Planeten oder dergl.) mit einem als konstante Vergleichslichtquelle dienenden punktförmigen Fixstern verglichen werden. Bei den bisherigen Methoden bereitete die Notwendigkeit, die miteinander zu vergleichenden Objekte geometrisch möglichst ähnlich zu machen, nicht selten erhebliche Schwierigkeiten.

Eine in das Gebiet der Flächenphotometrie gehörende Spezialaufgabe ist die Bestimmung der astrophysikalisch wichtigen Erdalbedo, die man nunmehr voraussichtlich ohne Schwierigkeit durch Vergleichung eines und desselben Teiles der Mondoberfläche in direkter Sonnenbeleuchtung und im sekundären Licht (Erdlicht) mit Fixsternen wird bestimmen können.

Die wenigen Beispiele werden genügen, die große Brauchbarkeit der lichtelektrischen Methode für die Astrophotometrie zu zeigen; sie erschließt uns weite neue Gebiete, die der Forschung bisher unzugänglich waren.

## Vitalismus und Entwicklungsmechanik.

Von Prof. Dr. Albert Oppel, Halle a. S.

Die Erforschung der Lebewesen ist, soweit sie deren Gestalt, ihre Entstehung und deren Ursachen betrifft, in sehr verschiedener Weise in Angriff genommen worden.

Die älteste dieser Forschungsrichtungen, welche als beschreibende (deskriptive) Forschung bezeichnet wird, umfaßt das große Gebiet alles dessen, was sich an den Lebewesen unmittelbar wahrnehmen läßt. Ihr gehört also an: die Beschreibung aller Formen von Tieren und Pflanzen, ihre systematische Ordnung und vergleichende Betrachtung; dies alles nicht nur nach der äußeren Gestalt der Lebewesen, sondern auch

nach ihrem inneren Bau, also der gröberen wie der feineren und feinsten Struktur. Sie umfaßt auch die gesamte beschreibende, früher als Entwicklungsgeschichte, heute häufiger als Entwicklungslehre bezeichnete Lehre von der Entstehung der einzelnen Individuen sowie ganzer Stämme (Ontogenie und Phylogenie).

Von ganz anderem Boden geht dagegen jene Richtung aus, welche sich die Erforschung der Ursachen der Entstehung und Erhaltung der Lebewesen zum Ziele gesetzt hat. Während nämlich die deskriptive Forschung, wie wir gesehen haben, das Wahrnehmbare zum Gegenstand der Forschung macht und, wie dies in der Natur der Sache liegt, auf diese Betrachtungsweise beschränkt bleibt, erstreckt sich die Ursachenerforschung auf das an sich nicht wahrnehmbare Wirken und dessen Faktoren. Dieses Wirken ist ein gesetzmäßiges; es vollzieht sich unter gleichen Bedingungen ausnahmslos in gleicher Weise und erzeugt „beständige“ gestaltende Wirkungen. Die Erforschung solcher das Entwicklungsgeschehen hervorbringenden Wirkungsweisen hat Roux zur Aufgabe der von ihm begründeten und benannten „Entwicklungsmechanik“ gemacht.

Nach dieser mechanistischen Auffassung besteht kein prinzipieller Gegensatz zwischen anorganischen und organischen Körpern, und es sind die letzteren von ersteren nur durch die größere Komplikation ihrer Zusammensetzung und den viel höheren Grad in der Ausbildung ihrer Leistungen verschieden.

Einen prinzipiellen Gegensatz zwischen den Lebewesen (Organismen) und den anorganischen Körpern nimmt dagegen die vitalistische Schule (Vitalismus, Lehre von der Lebenskraft) sowohl in ihrer älteren wie in ihrer neueren Form (Neovitalismus) an. Gegenüber den anorganischen Körpern würden nach der vitalistischen Auffassung die Lebewesen eigenen Gesetzen unterworfen sein (Autonomie im Sinne von Driesch). Es würden dafür besondere Kräfte, ein metaphysisch (übersinnlich, übernatürlich) gestaltendes Agens (Ursache, Kraft), eine Entelechie (ein Wirkendes, „welches das Ziel in sich trägt“), ein Archeus (ein herrschendes Urprinzip) und dergleichen anzunehmen sein.

Die Mechanisten dagegen, an ihrer Spitze Roux, sehen in dem Vorhandensein von Keimplasma (also der Substanz, welche die Vermehrung und Vererbung besorgt) auch in den Zellen des entwickelten Körpers eine physische Organisation, welche befähigt ist, die regulatorischen Gestaltungsleistungen der Lebewesen ohne Hilfe eines metaphysischen Agens zu bewirken.

Die Mechanisten arbeiten nur mit physischen, die Vitalisten auch mit metaphysischen Agentien. Die Annahmen der ersteren sind daher prinzipiell dem Experimente zugänglich, die entelechetischen und sonstigen vitalistischen Annahmen dagegen nicht. Da wir die Tatsache, daß jedes Geschehen seine zureichende Ursache hat,

daß nichts ohne zureichende Ursache geschieht, als Kausalität (Ursächlichkeit) bezeichnen, untersteht das gestaltende Wirken der Lebewesen der Mechanisten „durchaus“ der Kausalität, das der Lebewesen der Vitalisten nicht. Deshalb sind die Annahmen der Mechanisten einfacher, wahrscheinlicher und für die Forschung günstiger und daher den vitalistischen vorzuziehen.

Während also den Mechanisten im Sinne Kants und Roux<sup>1)</sup>, das Lebewesen eine unendliche Fülle lockender, durch geistige Analyse und ihr angepaßte Experimente bis zu noch nicht bestimmbarer Grenze „der Erforschung zugänglicher Probleme“ bietet, ist für den Vitalisten im Grunde nur staunende Bewunderung möglich.

Selbstverständlich konnte sich der Vitalismus, welcher eine große Anzahl hervorragender Forscher in älterer und neuerer Zeit als Anhänger zählt, den Ergebnissen mechanistischer Forschung nicht verschließen. Dabei wurde aber vielfach die aus letzteren hervorgehende Erkenntnis nicht richtig verwertet oder, wie Roux sich treffend ausdrückt, „falsch gebucht“. So konnte Roux und eine große Zahl der auf entwicklungsmechanischem Gebiete tätigen Forscher für viele Gestaltungen der Lebewesen, deren Entstehung früher auf ein „zwecktätiges“ Agens zurückgeführt und daher als teleologisch bezeichnet wurde, die Entstehung durch „funktionelle Anpassung“ (darunter versteht Roux die Anpassung an gewollte oder ungewollte Änderung in der gewohnten Ausübung des Betriebes der Lebensmaschine durch die Ausübung dieser Änderung) nachweisen und deren in der Tat wunderbare Leistungen rein mechanistisch erklären.

Manche Vitalisten löschen nun alles, was an teleologisch Erscheinendem mechanistisch erklärt wurde, ganz auf der Seite des Teleologischen und sagen: „Das gehört gar nicht hierher.“ Es muß aber alles je für teleologisch Gehaltene auf der Seite der Teleologie gebucht bleiben, soll die große Zahl der heute schon mechanistisch erklärten „zweckmäßigen“ Lebenserscheinungen richtig beurteilt und damit der Wert mechanistischer Forschung voll und ganz erkannt werden können. Solche „sachlich zweckmäßige“ Einzelgestaltungen, welche heute bereits ihre mechanistische Erklärung gefunden haben, haben wir z. B. in den unendlich vielen Gestaltungen der funktionellen Anpassung der Knochen, Muskeln, Bänder, Blutgefäße usw. zu sehen.

Freilich harrt die Mehrzahl anderer zweckmäßiger Einzelgestaltungen noch der mechanistischen Erklärung. Wohl aber werden, man möchte sagen, täglich, neue Vorgänge mecha-

<sup>1)</sup> Roux, W., Die Selbstregulation, ein charakteristisches und nicht notwendig vitalistisches Vermögen aller Lebewesen. Nova Acta, Abh. d. K. Leopold. Carol. Deutsch. Akad. d. Naturforscher. Bd. C. Nr. 2, 91 Seiten, Halle a. S. 1914.

nistisch erklärt, womit die Menge der unerklärten Vorgänge abnimmt, soweit nicht die neue experimentelle Forschung auch neue Probleme stellt. Was dabei die Vitalisten an Boden verlieren, gewinnen die Mechanisten; während den Gebieten, welche mechanistischer Inangriffnahme bisher unzugänglich blieben, aus den obengenannten Gründen auch der Vitalismus neue, ein Verständnis versprechende Seiten nicht abzugewinnen vermochte.

Im Gebiete des bereits Erklärten und des in absehbarer Zeit mechanistisch Erklärbaren kann demnach von einer Konkurrenz hinsichtlich der Zugehörigkeit zum vitalistischen oder mechanistischen Gebiet überhaupt nicht die Rede sein. Der Kernpunkt der Frage ist vielmehr, wie der heute noch mechanistisch *unerklärte Teil des Lebensgeschehens* aufgefaßt werden muß. Darüber die Entscheidung zugunsten der mechanistischen Richtung zu fällen und damit die Nichtberechtigung des Vitalismus aufs exakteste nachzuweisen, hat Roux in seiner Schrift<sup>1)</sup> unternommen.

Dies geschieht, indem Roux von der von ihm ausgebauten Definition des Lebens nach den Lebensleistungen, also der „funktionellen Definition“ des Lebens, ausgeht und dann das von ihm vor mehr als dreißig Jahren erkannte früher fehlende Charakteristikum der Lebewesen die „Selbstregulation“ in der Ausübung aller Leistungen (Selbstaussgleich von Störungen und direkte Anpassung) genauer entwickelt, begründet und als eigenartiges allgemeines Merkmal der Lebewesen genauer bezeichnet.

Die Lebensleistungen, deren Gesamtheit das Lebewesen zu etwas von allen anorganischen Naturkörpern Verschiedenem macht und ihm eine sogenannte Innerlichkeit verleiht, bezeichnet Roux als „Selbstleistungen“ des Gebildes, da sie ihrer Art nach in dem Gebilde „selber“ bestimmt sind. Die Lebensleistungen, deren jede durch Voraussetzung der Selbsteigenschaft „Selbst“ als Selbstleistung in diesem Sinne bezeichnet wird, bestehen nach Roux im einzelnen in folgenden neun: 1. Selbstveränderung, 2. Selbstausscheidung, 3. Selbstaufnahme, 4. Selbstassimilation (wird hernach erläutert), 5. Selbstwachstum, 6. Selbstbewegung, 7. Selbstvermehrung; diese ist kombiniert mit 8. Selbstübertragung der Eigenschaften, also mit Vererbung. Dazu kommt noch 9. die Selbstentwicklung.

Nach dieser Auffassung sind die Lebewesen also Naturkörper, welche „mindestens“ das Vermögen zu den neun „Selbsttätigkeiten“ in dem bezeichneten Sinne des „Selbst“ haben; und das Gemeinsame dieser Selbsttätigkeiten ist, daß sie die „Selbstgestaltung“ und „Selbsterhaltung“ der Lebewesen bewirken und in diesem Sinne dem Lebewesen „nützen“ (Selbstnützlichkeit).

Dazu kommt noch als etwas sehr Wesentliches, Eigenartiges für unsere Erkenntnis der Lebewesen die bereits erwähnte Selbstregulation der Lebewesen in der Ausübung ihrer Leistungen. Diese ermöglichte, wie Roux erkannte, die große Dauerfähigkeit der Lebewesen wie die Jahrtausende lange Konstanz vieler Spezies trotz der Veränderung mancher äußerer Umstände.

Die Entstehung dieser Regulationen, welche für den Vitalisten den Anschein haben, als würden sie durch ein zwecktätiges Agens geleitet, ist nach Roux gleich denen der Elementarfunktionen der Lebewesen und gemeinsam mit ihnen auch durch Züchtung aus zufälligen Variationen vorstellbar. Die anscheinenden Zweckmäßigkeiten können daher als bloße „Dauerfähigkeiten“ beurteilt werden. Die ersten, einfachsten Lebewesen können somit im Laufe von längeren Zeiträumen durch „sukzessive Züchtung und Häufung der Elementarfunktionen“ unter Aufspeicherung dauerfähiger Variationen entstanden sein, ohne daß hierfür ein metaphysisches gestaltendes Agens, eine „Gestaltungsseele“, behufs Determination (Bestimmung) des Geschehens nötig ist.

Im besonderen wendet sich Roux gegen die diesbezüglichen gegenteiligen Beweise Drieschs, welche darauf beruhen, daß anderes nicht möglich, nicht denkbar sei, die aber nun keine Beweiskraft mehr haben, nachdem durch Roux dargetan ist, daß eine andere Erklärungsweise „möglich“, denkbar ist. Damit sind dem Vitalismus seine besten, seine „prinzipiellen“ Stützen entzogen.

Um ein spezielles Beispiel zu erwähnen, sieht Driesch in dem Unvermögen der Maschinen, sich selber ausbessern und fehlende Teile ergänzen zu können, wie dies Lebewesen (ständig für die innere Abnutzung und bei der Neubildung in Verlust geratener Teile usw.) tun, Geschehnisse, die er als nicht ohne eine Entelechie möglich auffaßt und als direkte Beweise vitalistischer Autonomie (eigenen Gesetzen Unterworfenenseins) des Lebensgeschehens erklärt. Nach Roux dagegen handelt es sich dabei einfach um das den gewöhnlichen Maschinen fehlende, den Lebewesen dagegen, wie oben erwähnt, als eine mit ihnen zugleich gezüchtete elementare und charakteristische Eigenschaft zukommende Regulationsvermögen, dessen Leistungen auf der Anwesenheit von Keimplasma in den Körperzellen beruhen und daher keine „Beweise“ vitalistisch autonomen Geschehens im Sinne Drieschs darstellen.

Das auch als Beweis vitalistischen Geschehens aufgefaßte Problem der Vermehrung der Lebewesen beruht nach Roux wesentlich nur in der Frage, warum das die Vermehrung und Vererbung besorgende Keimplasma eine diesem bereits vorhandenen Keimplasma gleichende Substanz, also wieder Keimplasma, zu bilden vermag. Die Bildung einer Substanz, welche einer bereits vorhandenen Substanz gleicht, wird als

1) Roux, loco citato.

Assimilation bezeichnet, und Roux spricht in diesem Falle von Selbstassimilation, wenn das Gebilde diese ihm selber gleiche Substanz auch selber, d. h. durch in ihm liegende Faktoren, produziert. Das höchste Rätsel der organischen „Gestaltung“ erblickt Roux in dem zwar überaus schwierigen, aber doch nur speziellen Problem der morphologischen (gestaltlichen) Assimilation.

Es geht aus dem Mitgeteilten hervor, von welcher hohen Bedeutung die Selbstregulationen, insbesondere die organischen Regulationen, für die Entscheidung der Frage sind, ob die vitalistische oder die mechanistische Richtung mehr geeignet ist, die Ursachen des Lebensgeschehens zu ergründen und verstehen zu lernen. So sind demgemäß diese beiden Kapitel auch in der Rouxschen Schrift in den Hauptabschnitten besonders eingehend dargestellt. Dies ist um so dankenswerter, als Roux selbst es war, der zuerst die Selbstregulation als allgemeines Charakteristikum der Lebewesen aufgestellt hat, und es muß ganz besonders interessieren, aus seiner Feder die Darstellung des Werdegangs dieser interessanten Frage vom ersten Entstehen bis zu der neuesten überaus präzisen, klaren und allgemein verständlichen Fassung lesen zu können. Auch die von Roux zuerst gegebene mechanistische Lösung des Regenerationsproblems ist in der Arbeit reproduziert. Zahlreiche Kapitel, deren Inhalt, ohne zu ausführlich zu werden, hier nur angedeutet werden kann, werden die weitesten Kreise interessieren, so die scharf umschriebene kurze Definition des Lebewesens und anderes mehr.

Diese Schrift des Begründers der Entwicklungsmechanik ist die strikteste Widerlegung des Vitalismus. Sie zeigt in markigen Zügen und in exakter Beweisführung, daß die mechanistische Richtung berechtigt ist, auf sichere Erfolge zu hoffen und zur Erkenntnis zu gelangen auf Gebieten, in denen der Vitalismus sich vergeblich im Dunkeln müht.

### Besprechungen.

**Fischer, Otto, Medizinische Physik.** Leipzig, S. Hirzel, 1913. 1120 S. mit 334 Abbildungen. Preis geh. M. 36,—, geb. M. 40,—.

Der Inhalt des vorliegenden Werkes ist enger als der Titel. Es behandelt nicht das Gesamtgebiet der medizinischen Physik, sondern nur die Mechanik, Akustik und Optik. Es ist dies zu bedauern, denn es handelt sich bei diesem Buch nicht um eine der landläufigen Zusammenstellungen der für den Mediziner wichtigen physikalischen Erkenntnisse, sondern, was der Verfasser bringt, hat er selbst bis in die fundamentalen Sachen hinein auf sehr eigenartige und anregende Weise verarbeitet, und man würde auch gerne diese Methode auf die noch fehlenden Gebiete angewendet sehen. Freilich wird ein Mediziner nicht nur Kenntnisse der Physik, sondern auch Liebe zur Sache mitbringen müssen, um das Buch verwerten zu können. Es ist eben kein Nachschlagebuch, wo man sich schnell über etwas orientieren kann, sondern ein Buch für jemand, der ein Gebiet der Physik studieren

und verstehen will. Von besonderem Nutzen wird es nach Ansicht des Referenten auch für den Physiker sein, der sein Gebiet vor einem weiteren Hörerkreis unter Berücksichtigung medizinischer Gesichtspunkte vorzutragen hat.

Die Darstellung ist nach Möglichkeit elementar. Die einfachsten Begriffe der Differentialrechnung werden beim Anfang der Kinematik erläutert. Die Anwendung der theoretischen Mechanik auf Bewegungsvorgänge im menschlichen Körper ist ein schwieriges Gebiet, das selten geeignete Interessenten findet, da sich nicht häufig die entsprechenden physikalischen und medizinischen Kenntnisse vereinigen werden. Der Verfasser ist selbst auf diesem Gebiete hervorragend tätig gewesen und verbindet mit seinen Kenntnissen eine ausgezeichnete Darstellungsgabe, die auch den Physiker für dieses Gebiet zu interessieren versteht.

Besonders interessiert hat den Referenten die Einführung in die Optik. Unter Voraussetzung der optischen Grundgesetze werden hier die Gesetze der Bilderzeugung, die Aberrationserscheinungen sowie die Abbesche Abbildungstheorie in sehr klarer und anschaulicher Form entwickelt. An Lehrbüchern geometrischer Optik ist zwar kein Mangel, doch geben sie entweder nur die Elementarerscheinungen oder aber die Theorie in mehr allgemeiner, formaler Darstellung. Die Fischersche Darstellungsweise vereinigt so geschickt die wesentlichsten Punkte einer exakten Abbildungstheorie in einer so anschaulichen und lebendigen Form, daß man gern und oft darauf zurückgreifen wird.

Das Buch kann jedem warm empfohlen werden, dem es um ernste Durcharbeitung der behandelten Gebiete zu tun ist.

E. Regener, Berlin.

**Wislicenus, H., und F. W. Neger, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Abgassäuren auf die Pflanze.** Mitteilungen aus der Kgl. Sächsischen forstlichen Versuchsanstalt zu Tharandt. Band I. Heft 3, S. 85—233, 29 Textabbildungen und 4 Tafeln. Berlin, P. Parey, 1914. Preis M. 5,—.

Nach den Erörterungen der beiden Verfasser ist die vorliegende Arbeit im wesentlichen eine ergänzende Wiederholung von früheren, mit einfachen Hilfsmitteln und Vorkehrungen ausgeführten, besonderen Versuchen über Rauchschäden, die im Tharandter forstlichen Jahrbuche Band 48, 1898, S. 152—172, im Jahresberichte für Chemie 1898, I., S. 397, im Chemischen Centralblatt 1898, II., S. 502 und im Centralblatt für angewandte Chemie 1901, S. 687 u. ff. u. S. 699—701, veröffentlicht worden sind. Die geplante Wiederholung und weitere neue Versuche sollten mit einwandfreien Hilfsmitteln die wichtigsten Vorgänge der „Rauchschäden“, d. h. die Beschädigung der Pflanzenentwicklung durch die sauren Bestandteile der Industrieabgase möglichst weitgehend und zweifelsfrei ergründen, da allen früheren Versuchen gegenüber vor allem der Einwand unzureichender Versuchsmittel gemacht werden konnte. Bei dem sehr umfangreichen Stoffe muß über den sorgfältigen Versuchsplan und über die besonderen Zwecke und Ziele der Untersuchung das Nähere in der Arbeit selbst nachgelesen werden.

Aus den wichtigsten Versuchsergebnissen der Verf. möge jedoch einiges mitgeteilt sein. 1. Bei allen Landpflanzen (Laub- und Nadelhölzern) dienen die gesamten Spaltöffnungseinrichtungen als Eintrittspforte für die giftigen Bestandteile der Abgase. Die äußerste Schicht der Pflanzenhaut (cuticula) kommt dafür nicht

oder nur ganz untergeordnet in Betracht. 2. Eine Benetzung mit verdünnter Schwefelsäure — wie sie unter Verdichtung und Niederschlag von Abgasen an berechneten Bäumen in der Natur jedenfalls häufiger vorkommen dürfte — hat erst bei verhältnismäßig starker Anreicherung und Sättigung schädliche Wirkungen. Auch spielt dabei der Zustand der Blätter und Nadeln eine Rolle. Eine Benetzung mit wässriger schwefeliger Säure wirkt viel stärker als solche mit gleich starker Schwefelsäure, vermutlich deshalb, weil die zuerstgenannte — auch in wässriger Lösung — als Gas durch die Spaltöffnungen in das Blattinnere eindringt. 3. Der Vorgang der Wasserverdunstung durch die Pflanzen wird als solcher durch schwefelige Säure wahrscheinlich nicht oder jedenfalls nicht wesentlich beeinflusst. Dieser Befund steht im Einklang mit den Ergebnissen, die auch schon von *Wieler* erzielt wurden. Ein deutlicher Einfluß zeigt sich erst, wenn gleichzeitig eine Schädigung der Vorrichtungen zur Nährstoffaufnahme eingetreten ist. Dann dürfte aber nach Ansicht der Verf. eine Beeinflussung der Wasserverdunstung nicht eine unmittelbare Wirkung des sauren Gases, sondern eine Folge der Tötung lebender Zellen sein. Im einzelnen zeigte sich allerdings, daß sowohl die Wasseraufnahme, als auch die Wasserleitung und die Wasserabgabe zuweilen auffallende Beeinträchtigungen erfahren können. In der Regel halten sich Herabsetzung der Wasseraufnahme und der Wasserabgabe das Gleichgewicht. Oft aber scheint die Wasserabgabe bei rauchkranken Sprossen bedeutender zu sein, als die Wasseraufnahme, was alsdann zu den bei Raucherkrankungen besonders hervorstechenden Vertrocknungserscheinungen führt. 4. Jedenfalls ist die — namentlich bei Laubböhlern — unter dem Einflusse von schwefeliger Säure und anderen Abgasen auftretende Durchtränkung der Vorrichtungen zur Nährstoffaufnahme nicht auf eine Stauung von Wasser (wie *Reuß* und *von Schröder* annehmen), sondern nach den Verf. auf einen Austritt von Wasser aus den lebenden Zellen in die Zwischenzellräume (ähnlich wie bei Gefriererscheinungen) zurückzuführen. Denn der Wassergehalt der einer Durchtränkung ausgesetzten Blätter ist kleiner oder höchstens gleich groß, nicht aber größer, als der Wassergehalt von Blättern, die keiner Durchtränkung ausgesetzt wurden. 5. Die schwefelige Säure wirkt um so giftiger, je tätiger die Pflanzenzelle noch ist. Bei ruhender Aufnahme von Nährstoffen oder in der Winterruhe ertragen die meisten Pflanzen auffallend große Mengen von schwefeliger Säure ohne Schaden. Daß diese Säure viel giftiger wirkt, als gleich viel Schwefelsäure — selbst in sehr geringen Gaben —, beruht wahrscheinlich darauf, daß die schwefelige Säure in die Vorgänge der Nährstoffaufnahme weit störender eingreift als die Schwefelsäure, und zwar durch eine Anlagerung an vorübergehend gebildete Aldehyde. Insofern kann die schwefelige Säure auch als das empfindlichste Prüfungsmittel auf die noch tätige Nährstoffaufnahme angesehen werden, das noch empfindlicher ist, als die sog. Jodprobe. Sie verdient in der auf genaue Versuche gestützten Lehre von der Pflanzenernährung für den erwähnten Nachweis volle Beachtung. Den Erörterungen sind zahlreiche belehrende Textbilder beigegeben, ebenso 2 Tafeln mit Autochromaufnahmen von Dr. *Clemen*, eine 3. Tafel mit Lumièreaufnahmen und eine 4. Tafel mit einigen nachträglich nach der Natur buntgemalten Pflanzenbildern, die lehrreiche Unterschiede auf den einzelnen Bildern wiedergeben.

B. Heinze, Halle a. d. S.

## Kleine Mitteilungen.

### Tropische Wirbelstürme und niedriger Luftdruck.

Ein heftiger Zyklon wütete am 12. April 1914 auf einem eng umschriebenen Bezirk der portugiesischen Ostküste von Afrika. Unglücklicherweise aber nahm der Wirbelsturm seinen Weg über den neu begründeten, im Aufblühen begriffenen Hafenort Porto Amelia, der, in etwa 13° südlicher Breite gelegen, seit einiger Zeit auch von den Dampfern der Deutschen Ostafrika-Linie angelaufen wird, und zerstörte denselben so gründlich, daß einzelne steinerne Häuser buchstäblich vom Erdboden fortgerissen worden sind und kein Haus unbeschädigt geblieben ist. Die auf niedrigem Terrain gelegenen Ansiedlungen der Eingeborenen wurden von einer gewaltigen Flutwelle überschwemmt und fortgespült; alle Schiffe sind vernichtet oder hoch auf den Strand geworfen worden. Erst jetzt werden nähere Einzelheiten über diese Katastrophe bekannt, und vor allem hat der dortige deutsche Konsul *P. Burggraf* im *Deutschen Kolonialblatt* (1914, Nr. 22) die meteorologischen Beobachtungen publiziert, die er während des Orkans angestellt hat. Besonders bemerkenswert ist der außerordentlich tiefe Barometerstand, der zu den niedrigsten gehört, die jemals beobachtet worden sind. Während der Luftdruck um 12 Uhr mittags noch 750 mm betrug, war er um 2 Uhr nachmittags auf 730, um 3 Uhr auf **698 mm** gesunken. Dieser tiefe Stand währte eine volle halbe Stunde, während welcher die Nadel des Aneroid-Barometers sich in unaufhörlich zitternder Bewegung befand. Dann flaute um 3½ Uhr der aus Süden wehende Orkan plötzlich ab, die Wolken zerstreuten sich, und bei fast klarem Himmel herrschte nahezu Windstille. Dann aber stieg am Nordhimmel eine schwarze Wolkenwand empor, und nun brachen über den unglücklichen Ort schreckliche Orkanböen aus Norden herein, die ihre größte Gewalt um 4 Uhr erreichten und große Regentropfen mit solcher Gewalt niederprasseln ließen, daß es den Anschein hatte, als ob schwere Hagelstücke heruntergeschmettert würden. Das Barometer stieg jetzt rapide; um 4½ Uhr betrug der Luftdruck noch 710 mm, um 5 Uhr schon 740 mm und um 5½ Uhr 755 mm, so daß die steigende Bewegung der Aneroid-Nadel deutlich verfolgt werden konnte. Wir haben hier also den seltenen Fall, daß der Beobachter sich gerade im Zentrum eines tropischen Zyklons von ungewöhnlicher Heftigkeit befand. Darauf deutet einmal die schnelle Aufhellung des Himmels, das sogenannte „Auge des Sturmes“, eine Erscheinung, die nur bei den heftigsten tropischen Orkanen vorkommt, und ferner das Umspringen der Windrichtung in die gerade entgegengesetzte. Typisch ist auch, daß die zentrale Windstille, die mit dem niedrigsten Barometerstand zusammenfällt, etwa eine halbe Stunde dauerte. Der Orkan von Porto Amelia zeigt in seinem äußeren Verlauf große Ähnlichkeit mit dem berühmten False-Point-Zyklon, der am 22. September 1885 das Mündungsgebiet des indischen Flusses Mahanadi an der Küste von Orissa im Bengalischen Meerbusen heimsuchte, einen Schaden von mehreren Millionen Mark anrichtete und eine Flutwelle von 6,7 m Höhe verursachte, die mehrere Tausend Menschen fortschwemmte. Damals sank der Luftdruck sogar bis **687,8 mm** und betrug eine halbe Stunde später noch 688,3 mm. Also auch hier eine halbstündige Dauer des tiefen Barometerstandes im Zentrum des Zyklons. Die Flutwelle, die bei solchen Wirbelstürmen an der Zerstörung von Sachen und Menschenleben mitwirkt, ist eine direkte



Folgeerscheinung des niedrigen Luftdrucks, der ein Ansteigen des Meeresniveaus um einen der Luftdruckverminderung entsprechenden Betrag verursachen muß. Bei dem Orkan vom 7. Oktober 1737 soll die Sturm- welle im Hugli, einem Arm des Gangesdelta, 12 m Höhe erreicht und 300 000 Menschen fortgeschwemmt haben.

O. B.

**Über interessante Schmelzversuche an einem neuen Panzerstahl,** der in erster Linie für Geldschränke bestimmt ist, berichtet das *Bayerische Industrie- und Gewerbeblatt* 1914, S. 209. Die neue Legierung wurde von der Firma *Krupp* ausgebildet und bietet einen weitgehenden Schutz gegen die Zerstörung von Kassenschränken mittels des autogenen Schneidbrenners, die in den letzten Jahren von Einbrechern wiederholt versucht worden ist. Zu den von der Firma *Krupp* angestellten Schmelzversuchen wurden Stahlplatten von 300.300 mm Oberfläche und 40 mm Stärke verwendet; die hierbei erzielten Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Nr.	Versuch- dauer	Gasverbrauch		Größe d. einge- brannt. Loches		Ge- schmolz. Material
	Min.	Sauer- stoff	Acety- len	Durchm. mm	Tiefe mm	
		1	1			ccm
1	72	2020	1800	50	35	40
2	128	2160	1500	40	16	20
3	75	1620	1200	30	17	12
4	99	1800	1200	40	18	20
5	90	1540	1800	40	18	20
Durchschnitt	93	1828	1500			22.4

Ein Durchschmelzen der 40 mm starken Platten wurde, wie diese Zahlen zeigen, in keinem Falle erreicht. Selbst bei dem ungünstigsten Versuche Nr. 1 gelang es nicht, in dem Zeitraum von fast  $1\frac{1}{4}$  Stunden und unter Aufwand von 2020 Litern Sauerstoff und 1800 Liter Acetylen ein Loch von mehr als 35 mm Tiefe und 50 mm Durchmesser einzubrennen. Zur Herstellung eines handgroßen Loches von 80 mm Durchmesser wären nach diesem Versuch etwa sechs Stunden Zeit und etwa 10 000 Liter Sauerstoff neben 9000 Litern Acetylen erforderlich. Hierzu müßten vier Gasflaschen von je 70 kg Gewicht vorhanden sein, eine Last also, wie sie wohl niemals von Einbrechern mitgeführt werden kann, ganz abgesehen davon, daß auch der Zeitaufwand sehr groß ist. Noch viel günstiger stellt sich das Ergebnis, wenn man die bei den obigen Versuchen erhaltenen Durchschnittswerte zugrunde legt. Ebenso wenig wie ein Angriff der Stahlplatten mit der Schneidflamme möglich ist, lassen sie sich anbohren, da sie naturhart sind. Die für Schrauben und Nieten erforderlichen Löcher müssen daher schon von vornherein in die Platten eingegossen werden. Auch durch Ausglühen verliert das Material seine Härte nicht, und kann infolge seiner Zähigkeit bis zu einem gewissen Grade gebogen werden.

S.

**Verfahren zur Oberflächenhärtung von Stahl.** Wie *Engineering* (1914, 97, 212) mitteilt, benutzt die Firma *Vickers in Sheffield* ein Verfahren, um große Gegenstände aus Stahl von bedeutender Dehnbarkeit zu härten. Derjenige Teil des Gegenstandes, dessen Härtung nicht beabsichtigt ist, wird beständig durch

Wasser abgekühlt. Zum Härten selbst benutzt man die bekannte Schweißvorrichtung mit Acetylen und Sauerstoff. Die Flamme wird aber nicht wie beim Schweißen verwendet, sondern um die zu härtende Fläche zu bespülen, bis sie auf die Härtungstemperatur erhitzt ist. Die gekühlten tiefer liegenden Teile des zu behandelnden Gegenstandes kühlen sofort auch die Oberfläche, wenn die Flamme entfernt ist, und schrecken auf diese Weise den Stahl ab.

—z.

Von A. H. Forman sind Versuche angestellt worden über den Einfluß der **Magnetisierung des Eisens auf seine Undurchlässigkeit für Röntgenstrahlen**. Er benutzte hierzu Eisenblech von 0,08 mm Dicke und 99,47 % Reingehalt und wandte Felder von 3500 Gauß an. Hierbei zeigte sich keinerlei Einfluß der Magnetisierung, die in einer Ebene senkrecht zu den Röntgenstrahlen und entweder parallel oder senkrecht zur Achse der Röntgenröhre erfolgte. Jedenfalls ist der Einfluß für schwache Strahlen kleiner als 0,0015, für Strahlen von mittlerer Härte geringer als 0,000 15 und für harte Strahlen geringer als 0,000 18. (*Physical Review* 3, 306, 1914.)

Mk.

**Neue Entfernungsmesser mit absoluter Berichtigung.** Mit Rücksicht auf ihre militärische Verwendung werden an Entfernungsmesser außerordentlich hohe Anforderungen gestellt. Über die Grundsätze, die bei neueren derartigen Instrumenten in Anwendung kommen, berichtet *Rudolf Stützer* in der *Zeitschrift für Instrumentenkunde* 34, 1, p. 1 f. Die gesuchte Entfernung wird als Seite eines Dreiecks aus dessen Grundlinie und den zwei anliegenden Winkeln bestimmt. Da die Grundlinie nur kurz sein kann, so liegt die Empfindlichkeit der Apparate in der Messung kleinster Winkel. Als Meßeffect verwendet man entweder die Parallaxe zweier Zielbilder (bei den Koinzidenzmessern) oder die gesteigerte Tiefenwirkung des Landschaftsbildes (bei den stereoskopischen Entfernungsmessern). — Von größter Wichtigkeit ist die Erfahrung, daß es unmöglich ist, einen Entfernungsmesser *dauernd unveränderlich* zu erhalten. Die Bedeutung der neueren Instrumente dieser Art liegt darin, daß es möglich wird, alle Fehler des Instruments leicht zu erkennen und zu berichtigen. In erster Linie bezieht sich diese Berichtigung auf die *Prüfung der Parallelrichtung der Aufnahmestrahlen beider Fernrohre bei Einstellung der Entfernungsskala auf die Marke unendlich*. Bei dieser Prüfung verwendet man neuerdings einen Doppelspiegel, dessen beide Teile parallel und mit den spiegelnden Flächen einander zugekehrt liegen. Ein durch ein solches System zweimal reflektierter Strahl erfährt unabhängig von der Lage des Systems keine Richtungsänderung. Liegt also das Objekt selbst im Unendlichen, so verändert sich das zweimal zurückgeworfene Bild auch bei beliebiger Drehung des Doppelspiegels überhaupt nicht. Dieselbe Eigentümlichkeit zeigt aber auch der sogenannte Tripelspiegel in seiner einfachsten Form, die aus zwei senkrecht zueinanderstehenden und nach innen spiegelnden Spiegeln besteht und als Zentralspiegel bezeichnet wird. In der Praxis werden derartige Spiegel zweckmäßig durch Prismensysteme ersetzt. Mit Hilfe des Doppelspiegels und des Zentralspiegels läßt sich die Prüfung der Parallelrichtung der Aufnahmestrahlen von Fernrohren verhältnismäßig leicht durchführen. Diese Spiegelkonstruktionen sind es, denen die modernen Entfernungsmesser ihre große Genauigkeit verdanken.

—z.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 6.

5. Februar 1915.

Dritter Jahrgang

## INHALT:

Die Lummerschen Arbeiten zur Verflüssigung der Kohle und Herstellung der Sonnentemperatur.  
Von Prof. Dr. S. Valentiner, Clausthal i. H. S. 65.

Die Parabiose. Von Privatdozent Dr. Max Heyde, Zürich. S. 69.

Das Geoid im Harz. Von Prof. Dr. A. Galle, Potsdam. S. 72.

Besprechungen:

*Beyschlag, F., P. Krusch* und *J. H. L. Vogt*. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. S. 76.  
*Dammer, B.* und *O. Tietze*. Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohle und des Petroleums. S. 76.

Zeitschriftenschau. S. 76.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

## Die Stellung der deutschen Maschinenindustrie im deutschen Wirtschaftsleben und auf dem Weltmarkte

Im Auftrage des Vereins deutscher  
Maschinenbau-Anstalten Düsseldorf

Von

**Dipl.-Ing. Fr. Frölich**

Mit 14 Textfiguren, 13 Zahlentafeln und 4 Tafeln

Preis M. 3.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblener Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24,— für den Jahrgang, M. 6,— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf. —

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich

6	13	26	52 maliger Wiederholung
10	20	30	40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Völlig Neubearbeitet erscheint in vierter Auflage:

# Brehms Tierleben

Unter Mitarbeit hervorragender Zoologen herausgegeben von

Professur Dr. Otto zur Strassen

Mit etwa 2000 Abbildungen im Text und auf mehr als 300 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt sowie 13 Karten

13 Bände in Halbleder gebunden zu je 12 Mark

Verlag des Bibliographischen Instituts in Leipzig und Wien

Für

chemische und elektrochemische Industrie

Papier- und Pappenfabrikation

Billige Terrains, Gleisanschluß,  
günstige Produktionsbedingungen,  
vorteilhafter Kraftbezug im Versorgungsgebiet der Sächsischen  
Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft  
im Südwesten des  
Königreichs Sachsen

Näheres durch die Betriebsdirektionen der Werke:

Elektricitätswerk a. d. Lungwitz, Oberlungwitz in Sachsen

Elektricitätswerk a. d. Pleiße, Werdau in Sachsen

Elektricitätswerk Obererzgebirg, Schwarzenberg in Sachsen

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

5. Februar 1915.

Heft 6.

## Die Lummerschen Arbeiten zur Verflüssigung der Kohle und Herstellung der Sonnentemperatur.

Von Prof. Dr. S. Valentiner, Clausthal i. H.

Herrn Lummer haben, wie auch die Leser dieser Zeitschrift sich gewiß noch erinnern werden, vor Jahresfrist die größeren Tageszeitungen einigermaßen böß mitgespielt, indem sie aus Vorträgen, die Lummer in engem Kreise über eigene neue Untersuchungen gehalten hat und die durchaus zunächst nur für diesen Kreis bestimmt waren, allerhand in einer Form mitgeteilt haben, daß die Nachrichten berechtigtes Aufsehen erregen mußten. Schmelzen der Kohle, Herstellung der Sonnentemperatur, Erzeugung künstlicher Diamanten, das waren die Punkte, um die es sich handelte. Lummer hatte es damals mit Absicht unterlassen, seine auch heute noch nicht völlig abgeschlossenen Versuche in unfertigem Zustand der breiteren Öffentlichkeit vorzulegen; er hatte mit den Vorträgen nur beabsichtigt, seine bis dahin gewonnenen Resultate einem engen Kreis von Fachgenossen zur Diskussion mitzuteilen. Die stark übertreibenden, die Bedeutung der Arbeiten überschätzenden, zum Teil auch recht phantastischen Darstellungen in den Tageszeitungen und populärwissenschaftlichen Zeitschriften sowie die auf Lummers Arbeiten sich beziehenden Bemerkungen in Witzblättern haben — wie Lummer in der Vorrede des nun vorliegenden Bändchens<sup>1)</sup> über seine neueren Arbeiten näher ausführt — ihn dazu gedrängt, nun doch aus seiner Zurückhaltung hervorzutreten, schon bevor die von ihm in Angriff genommenen Untersuchungen ganz zu Ende geführt werden konnten und alle Fragen völlig geklärt waren. Um jedem Laien und Fachgenossen die Möglichkeit zu geben, sich ein richtiges Bild über Lummers Forschungen zu machen und die Bedeutung der Resultate richtig einzuschätzen, entschloß sich Lummer, nachdem er bereits vorher kurze berichtigende Notizen an das Wolffsche Telegraphenbureau gesandt hatte, sein gesamtes Beobachtungsmaterial in großer Ausführlichkeit und in leicht verständlicher Darstellung zusammenzustellen und in Buchform zu veröffentlichen; Buchform wählte er einmal, um das Material auch den Laien bequem zugänglich zu machen, und dann, „weil das mitzuteilende Material weit über den Rahmen einer wissenschaftlichen Abhandlung hinausgewachsen ist“.

<sup>1)</sup> O. Lummer, Verflüssigung der Kohle und Herstellung der Sonnentemperatur (Sammlung „Vieweg“ Doppelheft 9/10). Braunschweig, Vieweg & Sohn. 1914, XII, 140 S. und 50 Abbild. Preis M. 5.—.

So entstand das vorliegende Doppelbändchen 9/10 der Sammlung „Vieweg“.

Sehen wir uns nun den Inhalt des Bändchens etwas näher an und versuchen, uns in Kürze an der Hand desselben ein Bild von den noch nicht an anderer Stelle veröffentlichten Versuchen, Resultaten und Schlüssen Lummers zu machen. Es handelte sich bei diesen neuesten Versuchen letzten Endes um die wichtige Frage, ob und unter welchen Bedingungen der Kohlenstoff in flüssigem Zustand zu erhalten ist, und die Behandlung dieses Problems führte auf Erfahrungen, die die Herstellung der Sonnentemperatur in der Bogenlampe als möglich erscheinen lassen. Den Ausgangspunkt zu den Untersuchungen bildete die Forderung, mit möglichster Sorgfalt die Temperatur der positiven und der negativen Bogenlampenkohlen an der Angriffsstelle des Flammenbogens festzustellen und zu prüfen, in welcher Weise sie von den äußeren Bedingungen (z. B. Stromstärke und Druck des umgebenden Gases) abhängen. Bei den mühevollen Messungen, die bald zu schönen Resultaten führten — wir wollen sie nachher auch näher kennen lernen, da sie wohl vom wissenschaftlichen Standpunkt aus das Wertvollere der neuesten Lummerschen Arbeiten darstellen, wenn die Tageszeitungen ihrerwegen auch gewiß nicht in Aufregung geraten wären —, beobachtete Lummer Erscheinungen, die ihn zu der Überzeugung brachten, einen flüssigen Krater vor sich zu sehen und die er weiter verfolgte. Schon bei Vorversuchen über den Einfluß des Druckes auf die Kratertemperatur mit improvisierten Apparaten konnte er feststellen, daß bei geringer Druckerniedrigung die positive Kraterfläche eine Art zähflüssigen Zustand anzunehmen scheint, und daß bei Unterdruck von etwa  $\frac{1}{2}$  Atm. und „normaler“ Belastung der Bogenlampe die ganze Oberfläche des positiven Kraters einen leichtflüssigen Zustand annimmt: „In der flüssigen, nicht abtropfenden Oberflächenschicht schwimmen hellere „Perlen“ herum, als ob die Flüssigkeit „siedet“ und „brodeht“. Bei weiterer Druckerniedrigung verschwindet dieser leichtflüssige Zustand wieder; der positive Krater nimmt ein immer zähflüssigeres Aussehen an, bis bei genügender Luftverdünnung der Krater wieder fest erscheint.“ Diese Erscheinungen des Flüssigwerdens der Bogenlampenkohle zeigten sich sofort beim Photometrieren, da in dem von Lummer (1901) konstruierten und hier benutzten Interferenzphotometer der ganze Krater der Kohle in schwacher Vergrößerung beobachtet werden konnte. Um die Erscheinungen genauer studieren zu können, entwarf Lummer

nun von dem Krater ein 30fach vergrößertes, scharfes Abbild auf einem Gipsschirm, nachdem er die Bogenlampe in ein Unter- und geringen Überdruck aushaltendes, zylindrisches Metallgefäß gebracht hatte, mit einem Fenster aus dickem Spiegelglas, durch das die Kraterfläche der horizontal liegenden, positiven Bogenlampenkohle beobachtet werden konnte. Über die sich *Lummer* nun darbietende Erscheinung schreibt er: Bei der starken Vergrößerung „bemerkte man, daß jene im Fernrohr als „Perlen“ sich darbietenden helleren Individuen im dunkleren Flüssigkeitsteich in Wirklichkeit eine eckige Gestalt besaßen und daß

*Lummer* unterscheidet in dem Bilde drei verschiedene Elemente: 1. die Flüssigkeit, 2. die in ihr befindlichen, heller leuchtenden, eckigen Individuen „Fische“, 3. die hell umrandeten, eckig begrenzten und auf dem Grunde der Flüssigkeit sitzenden Figuren „Waben“. Was die Flüssigkeit anlangt, so glaubt *Lummer* deutlich die Flüssigkeit dort fließen zu sehen, wo der Bogen das Schmelzen bewirkt; die Flüssigkeit breite sich gleichsam aus, bis sie bei geeigneten Stromverhältnissen die ganze Kraterfläche bedeckt; bei gewissem Druck soll man ein „zähes“ Fließen beobachten können, „wobei die zähe Flüssigkeit ein

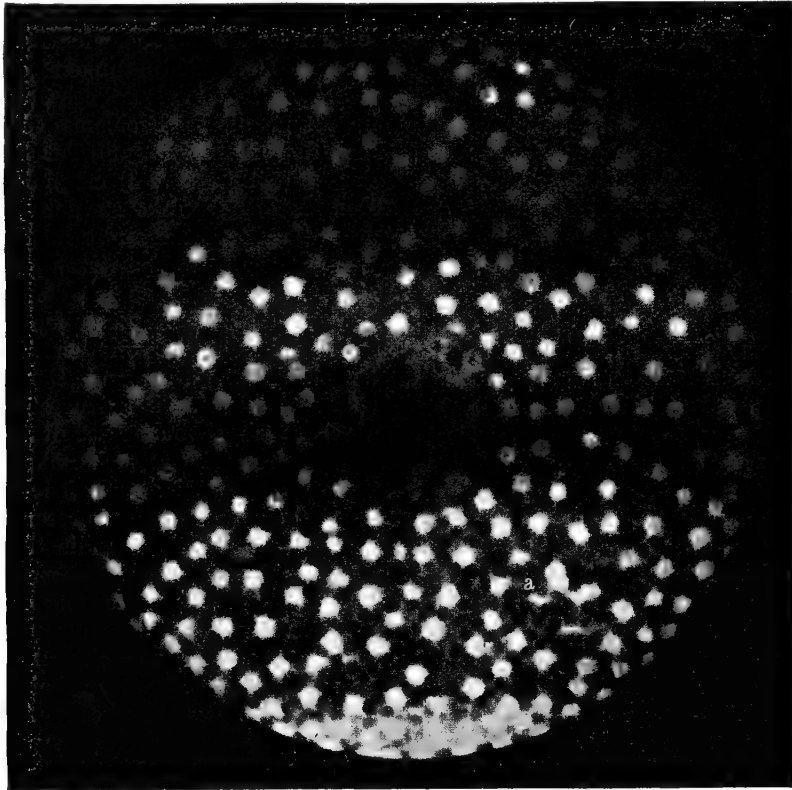


Fig. 1.

die Flüssigkeit weder „brodelte“ noch sichtbar „siedete“. Vielmehr war dieses Aussehen vorgetäuscht worden durch die schnelle und lebendige Bewegung der hellen Individuen, als man sie noch bei Anwendung einer geringeren Vergrößerung durch das Fernrohr beobachtete.“ „Leider läßt sich,“ so schreibt *Lummer* weiter, „das bei starker Vergrößerung auf dem diffusen Gipsschirm sich darbietende, kaleidoskopartig von Moment zu Moment sich ändernde und künstlerisch schöne Bild des leichtflüssigen Kraters weder durch Worte noch durch photographische Aufnahmen wiedergeben. Eine Momentaufnahme des Phänomens“, wie sie hier durch Fig. 1 reproduziert worden ist, „ist nur ein toter Abglanz des lebendigen Schauspiels.“

„schlieriges“ und „wellenartiges“ Aussehen annimmt“. Zuweilen könne man erkennen, daß sich eine dünne feste Kruste („Eiskruste“) an einzelnen Stellen der Oberfläche ausgebildet habe, unter der die beweglichen „Fische“ noch zu sehen sind. „Die Flüssigkeit leuchtet mit viel geringerer Helligkeit als die Eiskruste und diese wiederum mit etwas geringerer Helligkeit als die Fische.“ Die sich lebendig in dem Kratersee tummelnden Fische verdanken ihr Entstehen anscheinend den Waben, „sie kommen aus den Waben am Grunde des Teiches heraus, um hastig nach einer anderen Wabe zu eilen und dort zu schmelzen“. *Lummer* vermutet, daß die Bildung der Waben und Fische durch Auskristallisation aus der Flüssigkeit auf dem kälteren Grunde des



Teiches bei dessen Erstarrung zu deuten sei; die Fische seien Graphitkristalle, die Waben bildeten das „Kristallisationsbett“.

Wie man sieht, hat man es bei dem „Schmelzphänomen“ der Kohle mit einer höchst wunderbaren Erscheinung zu tun. Und noch unbegreiflicher — man möchte sagen, phantastischer — kommt einem das ganze Phänomen vor, wenn man die Bedingungen erfährt, unter denen es erhalten werden kann. Das leichtflüssige Schmelzphänomen läßt sich nämlich, wie *Lummer*s weitere Untersuchungen ergaben, nicht nur bei dem Druck von  $\frac{1}{2}$  Atm. erzwingen, sondern auch bei höheren Drucken bis zu 2 Atm., wenn man nur die geeigneten Stromstärken für den elektrischen Bogen wählt, um eine genügende Erwärmung zu erzielen. *Lummer* konnte z. B. auch bei normalem Druck das Phänomen beobachten, wenn er ungewöhnlich kleine Stromstärken benutzte, und er schreibt: „Hierdurch ist die überraschende Tatsache festgestellt, daß bei der Gleichstrombogenlampe die kleinere Stromstärke eine größere Heizwirkung ausübt, als eine übertrieben starke Stromintensität.“ Bei einer „reinsten Planiakohle (III)“ von 6 mm Dicke zeigte sich das Phänomen unter Atmosphärendruck bei einer Stromstärke von etwa 5 Amp. Die nötige Stromstärke hängt vom Druck ab.

Ich kann nicht leugnen, daß sich mir beim Studium der Lummerschen Abhandlung immer wieder die Frage aufgedrängt hat, sollte das Phänomen nicht nur deshalb so überaus wunderbar erscheinen, weil man der ganzen Betrachtung von vornherein die Annahme zugrunde legt, daß man es wirklich mit flüssigem Kohlenstoff an dem Kohlekrater zu tun hat. Das Sich-Aufdrängen dieser Frage ist, glaube ich, verzeihlich bei jedem Leser, der, wie ich, nicht in der glücklichen Lage war, die Lummerschen Vorträge und Vorführungen mit genießen zu können, wie z. B. die Breslauer Physiker und Chemiker beider Hochschulen, die, wie *Lummer* in der Einleitung des Bändchens sagt, jetzt einig darüber sind, „daß sie es bei den Versuchen von *Lummer* mit dem flüssigen Zustande des reinen Kohlenstoffs zu tun haben“. In dem vor mir liegenden Bändchen steht nämlich nicht die Spur eines Beweises dafür, daß man eine Flüssigkeit, in der die Fische herumschwimmen, vor sich hat, wenn man sich nicht mit dem gewiß aus innerster Überzeugung entsprungenen Ausruf *Lummers* zufrieden geben will, der ihm, wie er schreibt, bei der erstmaligen Beobachtung des flüssigen positiven Kraters instinktiv entfuhr: „Der Krater ist flüssig!“ Nun ist es zweifellos sehr schwer, von einer nicht abtropfenden Substanz, an die man nicht herankann, nachzuweisen, daß sie tropfbar flüssig (leichtflüssig) ist. Und es ist vielleicht ein direkter Beweis der Verflüssigung der Kohle gar nicht zu erbringen. Indirekt könnte man allerdings dadurch die Existenz der Flüssigkeit sehr wahrscheinlich machen, daß man zeigt, daß andere

Auffassungen der Erscheinung, die näherliegen, aus dem oder jenem Grunde nicht haltbar sind. Ich zweifle keinen Augenblick daran, daß *Lummer* andere mögliche Auffassungen geprüft hat, bevor ihm die nicht ganz leicht verständliche Auffassung der Flüssigkeit zur Gewißheit wurde. Vermutlich hat er darüber auch in seinen Vorträgen mancherlei mitgeteilt, leider in dem vorliegenden Bändchen es unterlassen. Ich — und ich glaube, mancher Leser — würde es sehr dankbar begrüßen, wenn *Lummer* in der nächsten Auflage seine Darlegungen in dieser Richtung ein wenig zu erweitern Gelegenheit nehmen würde.

Die von *Lummer* als „Schmelzphänomen“ beschriebene Erscheinung ist übrigens anscheinend leicht reproduzierbar und wurde von ihm an sehr verschiedenen Kohlesorten größerer und geringerer Reinheit beobachtet. Besonderen Wert legte er naturgemäß darauf, sehr reine Kohlesorten zu untersuchen, um, falls es sich wirklich um einen Schmelzprozeß handelt, dem Einwand begegnen zu können, die Unreinheiten in der Kohle hätten den Schmelzprozeß eingeleitet. Der vorher und nach den Versuchen festgestellte Aschengehalt seiner reinsten Sorten war außerordentlich gering, und es unterliegt kaum einem Zweifel, daß *Lummer* die reinste Kohle unter den Händen gehabt, die je gewonnen wurde. Auch glasklare Diamanten zeigten die gleichen Schmelzeigenschaften. Von großem Interesse ist es, daß die verschiedenen Kohlesorten sich beim Brennen als positive Kohle völlig selbst reinigen, wie der Vergleich der vorherigen und nachträglichen Analysen zeigte. Und von ganz besonderer Wichtigkeit ist, daß nach dem Brennen die Oberflächenschicht des positiven Kraters auf chemischem Wege als Graphit nachgewiesen werden konnte.

Photometrische Messungen an der Kohle im festen und im „leicht- oder zähflüssigen“ Zustande haben ergeben, daß im Druckintervall von  $\frac{1}{5}$  bis 1 Atm. die Flächenhelligkeit des im festen Zustande verdampfenden Kraters stets kleiner ist als diejenige des im leicht- oder zähflüssigen Zustande befindlichen Kraters. „Die Helligkeit der Fische im leichtflüssigen Krater war bei allen Drucken, bei denen der positive Krater flüssig zu beobachten war, immer nahe die gleiche, gleichgültig, welche Kohlensorte zum Schmelzen gebracht wird. Während aber die Flächenhelligkeit der Fische beim Unterdruck größer als diejenige des festen, sublimierenden Kraters ist, ist sie bei Überdrucken, und zwar von Atmosphärendruck an, kleiner.“ Die Größe der Fische hängt übrigens etwas vom Druck, bei dem sie erzeugt werden, ab und beträgt bei ca.  $\frac{1}{2}$  Atm. ungefähr 0,1 mm.

Das über den flüssigen Zustand der Kohle hier Mitgeteilte findet sich in dem dritten Abschnitt des 2. Kapitels der Lummerschen Schrift. Die beiden ersten Abschnitte beziehen sich auf die Bestimmung der Bogenlampentemperatur und ihrer Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen, sowie auf die Erforschung der Strahlungseigen-

schaften der Glüh- und Bogenlampenkohlen. Im 4. Abschnitt behandelt *Lummer* die Abhängigkeit der Temperatur des positiven Kraters vom Druck und kommt dabei auf das Problem der Herstellung der Sonnentemperatur in der Bogenlampe zu sprechen. In diesen Abschnitten ist, wie man nicht anders erwarten kann, nicht alles neu, vielmehr sind zahlreiche frühere Beobachtungen und früher von *Lummer* selbst und von anderen Forschern ausgearbeitete Methoden im Zusammenhang mit *Lummers* neuen Untersuchungen dargestellt worden. Es erschien das notwendig, um auch dem Laien ein Bild über die Kompliziertheit der Messungen und außerdem die Möglichkeit zu geben, sich ein Urteil über die Sicherheit der Schlüsse bilden zu können. Die Messung hoher Temperaturen, Temperaturen glühender Körper, um die *Lummer* sich besonders verdient gemacht hat, gelingt bekanntlich nur, wenn man die Strahlungsgesetze, die für den betreffenden Körper gelten, kennt, d. h. wenn man weiß, in welcher Weise die Helligkeit der strahlenden Substanz von der Temperatur abhängig ist. Für den sogenannten absolut schwarzen Körper kennt man diese Gesetze sehr genau, man hat sie theoretisch und experimentell mit großer Sicherheit ableiten können. Für die Kohle, sowohl den Kohlenfaden in der Glühlampe wie für die Bogenlampenkohle konnte nun *Lummer* zeigen, daß ähnliche Gesetzmäßigkeiten die Helligkeit bestimmen, wie die am schwarzen Körper erkannten. *Lummer* fand, daß die Kohle in allen der Prüfung unterworfenen Wellenlängen im gleichen Verhältnis weniger strahlt als der schwarze Körper von gleicher Temperatur, daß also die Kohle als „grauer“ Körper angesehen werden kann. Um diese Tatsache zunächst an der Kohle in der Glühlampe festzustellen, verfuhr *Lummer* folgendermaßen. Er maß Stromstärke ( $J$  in Amp.) im Glühlampenfaden und Spannung ( $V$  in Volt) an den Enden desselben in verschiedenen Glühzuständen, also bei verschiedenen Temperaturen  $T$  des Fadens, bestimmte diese Temperaturen auf besondere Weise, und berechnete den Ausdruck  $V \cdot J/T^4$ . Dieser Ausdruck muß bei einem „grau“ strahlenden Glühlampenfaden, wie *Lummer* näher ausführt, unabhängig von der Temperatur sein und proportional der Oberfläche des Glühlampenfadens. In der Tat fand *Lummer* in dem Temperaturintervall von 1310 bis 1680° (abs.) den Ausdruck befriedigend konstant. Um die Temperatur  $T$  bestimmen zu können, wählte er solche Stromstärken  $J$ , daß die Helligkeit des Glühlampenfadens gleich der der äußeren Oberfläche eines dünnwandigen, glühenden Kohlerohrs erschien, in dessen Innern sich ein Thermoelement befand. Die von dem Thermoelement angezeigte Temperatur war auch die des Glühlampenfadens. Nach diesem Nachweis konnte *Lummer* nun wieder die Messung von  $V$  und  $J$  bei höheren, nicht mehr thermoelektrisch feststellbaren Temperaturen und die Kenntnis der Kon-

stante  $V \cdot J/T^4$  dazu verwenden, die Temperatur des Kohlefadens zu berechnen. Die Messung der Helligkeiten  $H_1, H_2, \dots$  bei verschiedenen so gefundenen Temperaturen  $T_1, T_2, \dots$  bis zu Temperaturen von über 2900° ergab, daß in der Beziehung

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^x$$

der Exponent  $x$  mit zunehmender Temperatur anfangs stark, dann asymptotisch von dem Wert 33 (bei 1700° abs.) bis zu dem Wert 8,5 abnimmt.

Den Nachweis, daß auch die Bogenlampe wie ein grauer Körper strahlt, mußte *Lummer* in anderer Weise führen. Trägt man den Logarithmus der beobachteten Helligkeit  $E$ , die ein grauer Körper bei verschiedenen Temperaturen in einem engen Wellenlängenbereich ausstrahlt, als Ordinate, die reziproken Temperaturen als Abszissen eines Koordinatensystems auf, so lassen sich die Beobachtungen durch eine Gerade in der Koordinatenebene darstellen, deren Neigung von der Wellenlänge abhängig ist. Bestimmt man die Hellig-

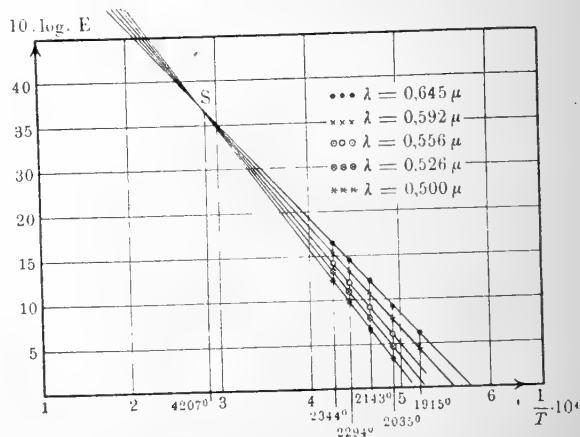


Fig. 2.

keiten des grauen Körpers in verschiedenen Wellenlängenbereichen bei verschiedenen Temperaturen durch Vergleich derselben mit der Helligkeit eines schwarzen oder grauen Körpers von konstanter Temperatur, so müssen diese den verschiedenen Wellenlängen entsprechenden Geraden (Isochromaten) sich in einem Punkte schneiden, dessen Abszisse die reziproke Temperatur des Vergleichslichtes gibt. Ist das Vergleichslicht kein grauer oder schwarzer Körper, so schneiden sich die den verschiedenen Wellenlängen entsprechenden Isochromaten nicht in einem Punkte. Es folgt dies in einfacher und bekannter Weise aus dem Strahlungsgesetz des schwarzen (resp. grauen) Körpers. *Lummer* verglich nun die Helligkeiten, die der Glühlampenfaden in verschiedenen Wellenlängen bei Temperaturen zwischen 1900 und 2350° abs. zeigte, mit der normalbrennenden positiven Bogenlampenkohle und erhielt in der Tat Isochromaten mit einem einzigen Schnittpunkt, der der Temperatur 4200° der Vergleichslampe entsprach. Er gibt seine Beobachtungen durch die hier abgedruckte

graphische Darstellung wieder, die nach dem Gesagten unmittelbar verständlich sein dürfte. Der Vergleich der Bogenlampenkohle mit dem schwarzen Körper ergab in analoger Weise ebenfalls als Temperatur des positiven Kraters  $4200^{\circ}$  abs.

Nachdem gezeigt worden war, daß die Bogenlampenkohle sich wie ein grauer Körper und geradeso wie die Glühlampenkohle verhält, und nachdem in der angegebenen Weise die Temperatur des positiven Kraters gefunden war, konnte *Lummer* daran gehen, zu untersuchen, wie die Temperatur des Kraters von den äußeren Bedingungen abhängt. Durch die oben angegebene Beziehung, in der er für  $x$  den Wert 8,5 einsetzte, war ja die Möglichkeit der Temperaturbestimmung mit einiger Sicherheit aus der Helligkeit gegeben.

*Lummer* fand, daß die Temperatur des in festem Zustand verdampfenden positiven Kraters kontinuierlich mit wachsendem Druck des umgebenden Gases steigt, und zwar fand er bei einem Druck von ca. 0,1 Atm.  $3940^{\circ}$  abs. und bei einem Druck von ca. 22 Atm. in zwei Fällen rund  $6000^{\circ}$ , die bisher erreichte höchste Temperatur, die nach den neueren Bestimmungen der effektiven Sonnentemperatur zweifellos sehr nahe kommt. Der Temperaturanstieg mit dem Druck ist sehr verschieden stark bei verschiedenen Kohlensorten. Die höchste Temperatur erreichte *Lummer* mit geeignet imprägnierten, leider nicht näher angegebenen Kohlen. Die Kurven, die die Beziehung zwischen Druck und Temperatur darstellen, zeigen übrigens in allen Fällen ein immer geringer werdendes Anwachsen der Temperatur mit dem Druck, so daß schließlich enorme Drucke nötig werden, um die Temperatur noch merklich zu steigern; *Lummer* berechnet, daß in den von ihm untersuchten günstigsten Fällen Drucke von 70 bzw. 250 Atm. nötig sein werden, um die Temperaturen  $6500$  und  $7000^{\circ}$  abs. zu erhalten. — Die Bogenlampe war bei diesen Versuchen in einem Druckgefäß aus Kupfer, das bis 30 Atm. geprüft war und in der Broschüre näher beschrieben ist, montiert. Schwierigkeiten traten eigentlich bei den Überdruckversuchen nur dadurch auf, daß der Bogen der Kohlenbogenlampe nicht „stationär“ zu erhalten war. Eine Reihe von Versuchen hat die leider nicht angegebenen Bedingungen zur Erzielung eines stationären Lichtbogens kennen gelehrt.

Bogenlänge und Stromstärke hat — bei Atmosphärendruck konnte dies innerhalb weiter Grenzen nachgewiesen werden — auf die Flächenhelligkeit des positiven Kraters, wenigstens an der hellsten Stelle, keinen Einfluß. Anders verhält sich die negative Kohle, die aber niemals sich heller als die positive Kohle erwies.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß das Bändchen ein Kapitel über die bisherigen Schmelzversuche der Kohle als Einleitung enthält.

## Die Parabiose.

Von Privatdozent Dr. Max Heyde, Zürich.

Unter dem Namen Parabiose wurde im Jahre 1908 von *Sauerbruch* und *Heyde* eine Versuchsanordnung beschrieben, die sich dadurch charakterisierte, daß zwei Tiere derselben Art operativ aneinander geheilt werden. Die Technik dieser künstlichen Vereinigung gestaltete sich so, daß nach rechtem beziehungsweise linksseitigem Flankenschnitte vom Oberschenkel bis zur Achselhöhle die Haut der Tiere gespalten und durch Unterminieren verschieblich gemacht wurde. In der Mehrzahl der Versuche folgte alsdann die Eröffnung der Bauchhöhle, wobei die Ränder des Bauchfells nach Art der Darmanastomose miteinander vernäht wurden. In einer anderen Serie verzichteten die Versucher auf diesen eingreifenden Akt und begnügten sich damit, die Muskelplatten des Rumpfes durch eine fortlaufende Seitennaht aneinander zu legen und darüber oben und unten die Hautränder zu vereinigen. Ein fixierender Verband erwies sich als unnötig. Es genügte, die Tiere für die erste Zeit in einem engeren Käfige zu halten.

Die Verheilung tritt in etwa 8 bis 12 Tagen ein. Gelegentlich erfolgte bei Vernachlässigung bestimmter Bedingungen Abstoßung durch Eiterung, die in einzelnen Fällen sogar nach Ablauf der ersten Woche bei scheinbar anfänglich gutem Resultate eintrat. Histologisch fiel gegenüber den sonstigen Wundheilprozessen die relative Mächtigkeit des auf jeder Seite gebildeten Granulationsgewebes auf. Sie muß wohl auf eine Fremdkörperwirkung zurückgeführt werden. Nach längerer Dauer der Parabiose zeigt nur eine feine weiße Narbe die Stelle der Vereinigung an, die sich im mikroskopischen Bilde durch eine geringe subepitheliale lymphozytäre Infiltration und durch Fehlen der Haarbälge und Haarbalgdrüsen kennzeichnet. In den früheren Stadien des Heilungsprozesses läßt sich eine direkte Vereinigung von Kapillarsprossen beobachten, die von einem Tier zum anderen ziehen. Auch wurde nach der Abtrennung eines lebenden Tieres von seinem gestorbenen Partner mit Erhaltung eines schmalen Gewebesaaumes des letzteren eine echte Blutung aus seinen Gefäßen in der Nähe der Vereinigungsstelle gesehen. Besonders schön sind die Gefäßverbindungen von *Goldmann* und *Zapelloni* in Injektionspräparaten dargestellt worden, so daß an einer direkten Blutgefäß-Kommunikation entgegen den Angaben *Morpurgos*, *Ranzis* und *Ehrlichs* u. a. nicht zu zweifeln ist.

Die Verbindung durch Lymphbahnen ist unbestritten. Es kommt weiterhin bei Bauchhöhlenvereinigung zu einem direkten Austausch von Körpersäften von Tier zu Tier. Schließlich ist auch noch eine Diffusion aus den Randschlingen der Kapillaren möglich. Nervenverbindungen fehlen dagegen vollkommen. Hieraus folgt, daß

diese Versuchsanordnung überall da zur Klärung krankhafter Zustände herangezogen werden kann, wo es gilt, die Frage nach einer Giftwirkung unter Ausschluß von Reflexvorgängen zu entscheiden.

Die verwachsenen Partner stellen also gewissermaßen ein Doppelindividuum dar, wie es auch gelegentlich das Spiel der Natur in eigentümlichen Miß- oder Doppelbildungen erzeugt. Es sei hier nur an die Siamesischen Zwillinge oder die Schwestern Blazek erinnert, die vor einigen Jahren durch die Schwangerschaft der einen Schwester allgemeines Interesse auf sich lenkten.

Weiterhin aber fallen diese Versuche in den großen Rahmen der Gewebsüberpflanzungen und stellen ihre letzte Konsequenz die Transplantation eines Gesamtorganismus auf den anderen dar. Dadurch, daß wir in dieser Parallelschaltung zweier Organismen ein Mittel gewonnen haben, um eine große Zahl der verschiedensten Fragestellungen auf dem Gebiete klinischer und experimenteller Physiologie und Pathologie bearbeiten zu helfen, unterscheiden sich diese Versuche von ähnlichen früherer Autoren, die wie z. B. *P. Bert*<sup>1)</sup> in seiner Greffe animale lediglich den positiven bzw. negativen Ausfall des Resultates als Ziel ihrer oft phantastischen Experimente im Auge hatten.

Daß diese Versuche nicht weiter fortgeführt wurden, ist wohl nicht Zufall. Damals lag die Erkenntnis von den Bedingungen, die für das Gelingen der Transplantation in Betracht kommen, noch sehr im argen. Insbesondere gestalten sich die Verhältnisse bei den gebräuchlichen Versuchstieren wesentlich komplizierter als bei niederen Lebewesen, wo entsprechend den primitiveren Bedingungen gleiche oder ähnliche Versuche von den Zoologen öfter mit Erfolg ausgeführt worden sind (*Korschelt, Joest, Correns*, u. a.). Allerdings liegt die Zeit noch nicht lange zurück, wo man die Möglichkeit der Überpflanzung artfremden Gewebes von Tier auf Mensch, wie auch die heterogene Bluttransfusion ernsthaft diskutierte und experimentell zu begründen suchte. Die wachsende Erfahrung, gestützt auf sorgfältige Beobachtung (*Landois*), hat die Zwecklosigkeit, ja Gefährlichkeit, derartiger Maßnahmen dargetan. Neuere Studien<sup>2)</sup> lassen uns erkennen, daß wir so gut wie nie bei der Heteroplastik und nur ganz ausnahmsweise bei der Homoioplastik, hier auch in der Form der Gewebsübertragung von Mensch auf Mensch, auf wirkliche Einheilung rechnen können. Vielmehr erfolgt in der Regel der Untergang des Transplantates und seine Resorption oder Abstoßung durch Granulationen und Eiterung. Ge-

legentlich macht sich dabei sogar ein schädigender Einfluß im Sinne einer Vergiftung bei dem Empfänger bemerkbar. Zur Erklärung dieser Tatsache müssen wir die Fortschritte auf dem Gebiete der modernen Eiweißchemie und Sero-logie ergänzend heranziehen. Sie lehren uns, daß ein höher stehender Organismus ein durchaus individuelles biologisches Wesen darstellt, das ein heterogenes Element in seinem Zellstaat nicht duldet.

Diese Schranken der persönlichen Eigenart werden nun aber in bemerkenswerter Weise durch die Versuchsanordnung der Parabiose durchbrochen. Hier gelingt es in der Tat, zwei höher stehende Lebewesen für einen längeren Zeitraum miteinander zu verbinden. Es ergibt sich demnach allein schon aus dieser experimentell gewonnenen Tatsache, daß nach erfolgter Heilung die in Parallelschaltung lebenden Tiere einer gegenseitigen Beeinflussung unterliegen müssen. Sie bleiben in anatomisch-physiologischer Beziehung hinsichtlich der Sonderfunktionen selbständig, stellen aber gleichzeitig eine neue individuelle Einheit vor.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, diese Verbindung unter Ausnutzung der modernen Gefäßchirurgie noch intensiver zu gestalten. So sind von *Hedon* und ganz besonders von *Enderlen* und seinen Mitarbeitern in dieser Richtung Versuche gemacht worden. Besonders interessant war die Entdeckung, daß nach Vereinigung von Schlagader und Vene am Hals eine toxische Wirkung der Gefährten aufeinander nicht zu erkennen war. Erfolgte in einer Bahn an der Nahtstelle Trombose, so verlor das eine Tier sein ganzes Blut an den Partner. Eine Homogenisierung beider Individuen in dem Sinne, daß biologische Differenzen im Plasma der Körperzellen beider Organismen ausgeglichen werden, hält *Enderlen* für unwahrscheinlich. Allerdings ist hervorzuheben, daß die Dauer der Vereinigung in diesen Versuchen nur eine sehr kurze war.

Die gegenseitige Abhängigkeit dokumentiert sich in verschiedenen Erscheinungen, die eine Besprechung verdienen. So hat der Tod des einen Organismus unbedingt den des anderen zur Folge. Niemals erfolgt Abstoßung des toten Anhängsels durch Eiterung. Die Art der Erscheinungen, die sich in zunehmender Mattigkeit, Reizerscheinungen, ja bisweilen in dem Eintritt von Krämpfen zu erkennen geben, sind als die Folge der Resorption gebildeter Giftstoffe aufzufassen. Es entspricht dies der Erfahrung, daß differente Substanzen, nach Einführung in den einen Gefährten, sehr bald auch bei dem anderen Partner ihre Wirksamkeit entfalten. Aber auch während des Lebens macht sich ein Einfluß des einen auf das andere Tier bemerkbar. Es treten nämlich nach einiger Zeit bei Tieren, die in Parallelschaltung leben, sehr merkwürdige Ernährungsstörungen auf, die, wie *Morpurgo* gezeigt hat, gänzlich unabhängig von der aufgenommenen Nahrung sind.

<sup>1)</sup> Die Versuche *Berts*, die in Vergessenheit geraten sind, sind ausführlich geschildert in *Marchand*, Der Prozeß der Wundheilung. (Deutsch Chirurgie Bd. 16.)

<sup>2)</sup> Siehe *Schoene*: Die heteroplastische und homoioplastische Transplantation. Springer, Berlin 1912.

Sie äußern sich zunächst in dem verschiedenen schnellen Wachstum der beiden Komponenten. In der Folge stellen sich dann schwere Veränderungen ein. Während der eine Gefährte eine überraschend schnelle Entwicklung durchmacht, bietet der andere die Zeichen intensivster Abmagerung. Das Fettpolster verschwindet, die Muskulatur wird immer schwächer und dürrer, so daß schließlich der eine Gefährte nur wie ein lebendes Anhängsel des kräftigeren Tieres erscheint. Auch *Morpurgo* und *Schoene* haben das gleiche beobachtet. So fand ersterer bei einem Rattenmännchen und -weibchen, die zur Zeit der Operation nur wenig verschieden waren, nach neunzehn Tagen das kräftigere Tier elf Zentimeter, das andere nur neuneinhalb Zentimeter lang. Der Schädel des ersten war 38 mm lang und 20 mm breit. Beim zweiten betrugen die Maße nur 34 und 16 mm.

Diese Beobachtungen erscheinen um so merkwürdiger, als eine primäre, etwa durch verschiedenen starke Nahrungsaufnahme bedingte Wachstumsdifferenz mit Sicherheit ausgeschlossen werden konnte. Aus sorgfältigen Untersuchungen *Morpurgos* und *Lombrosos* wissen wir nämlich, daß bei Parabiosetieren eine wechselseitige Mischung von Nährstoffen, abgesehen von einem geringen Austausch der stickstoffhaltigen Substanzen, nicht zustande kommt. Jedenfalls unterscheiden sich Lebensdauer und Gewichtsverlust eines hungernden Partners in Parallelschaltung nicht von denen eines hungernden Einzeltieres. Die Beobachtung dieser auffallend verschiedenen Entwicklung forderte dazu auf, sie mit Befunden in Parallele zu stellen, wie sie auch bei menschlichen Doppelmißbildungen bisweilen erhoben werden. Hier sieht man ebenfalls häufig die eine Anlage vollständig verkümmern, während die andere sich in ungewöhnlich üppiger Weise entfaltet. Es wirkt dann der gut entwickelte Partner gewissermaßen als ein Parasit des anderen kleineren.

Zur Erklärung dieser überraschenden Befunde hat *Ehrlich*, *Sauerbruch* und *Heyde* auf seine Forschungen über athreptische Immunität hingewiesen. Seiner Auffassung nach würde sich diese Erscheinung dadurch erklären lassen, daß das primär kräftigere Tier bestimmte für die Entwicklung nötige Substanzen, vielleicht auch die Nahrungsstoffe überhaupt, zu sich heranzieht und damit seinen Partner gewissermaßen zum Hungertode verurteilt. Mag nun auch diese Möglichkeit zu Recht bestehen, so wird diese Erklärung jedenfalls nicht der stürmisch verlaufenden Schädigung gerecht, die in nicht seltenen Fällen besonders bei Meerschweinchen und Kaninchen nach kurzer Zeit unter dem Bilde einer schweren akut verlaufenden Vergiftung auftritt. Bemerkenswert ist dabei, daß zu den schweren klinischen Symptomen nach den Untersuchungen *Ellern* Veränderungen im Blute eintreten, die wohl nur toxischen Ursprungs sein können. Man hat hierbei den Eindruck, als ob die beiden Tiere biologisch nicht aufeinander

abgepaßt wären. Differenzen in der Zusammensetzung des Körpereiß und einer hochgradigen Empfindlichkeit gegenüber der parenteralen Einverleibung solcher Stoffe können sehr wohl solche Krankheitsbilder auslösen. Ob dabei auch an eine Art anaphylaktischen Vorgangs gedacht werden darf, läßt sich zurzeit mit Sicherheit noch nicht beantworten.

Um diese biologischen Differenzen zwischen dem Gefährten bei der Parallelvereinigung möglichst auszuschalten und von vornherein eine Quelle für Mißerfolge auszuschließen, haben *Sauerbruch* und *Heyde* dazu geraten, möglichst nur Tiere gleichen Wurfes und gleichen Geschlechts zu verwenden. Jedenfalls glauben sie, unter Berücksichtigung dieser Kautelen bessere und einheitlichere Resultate erzielt zu haben. Bei Ratten, die ja überhaupt zu den biologisch wenig empfindlichen Tieren gehören, lassen sich dagegen auch bei Außerachtlassen der Bedingungen sehr gute Erfolge erzielen.

Während ich in meiner Darstellung auf die allgemeinen Lebensbedingungen parabiotischer Tiere etwas näher eingegangen bin, kann ich die vielen Experimente, die für die verschiedensten Fragestellungen in dieser Versuchsanordnung angestellt worden sind, nur kurz streifen und begnüge mich damit, die wichtigsten Punkte hervorzuheben.

Wenn wir von dem Gedanken der Transplantation ausgehen, so lag es nahe, mit Hilfe der Parallelschaltung zu prüfen, inwieweit eine primäre Anlage oder Disposition beim Gefährten auf den anderen übertragen werden könnte. Insbesondere erscheint die Frage wichtig, ob sich eine gewisse Umstimmung eines Organismus durch Vereinigung mit einem andern herbeiführen läßt. Es würde dann auch für die Chirurgie von der Parabiöse etwas zu erhoffen sein. So wahrscheinlich auch ein entsprechender Vorgang, wenn auch in bescheidenen Grenzen, durch die Heilung der Parabiostiere überhaupt gemacht worden ist, so ist doch in dieser Frage eine endgültige Entscheidung noch nicht gefallen. Zunächst lag es nahe, diesen Punkt im Hinblick auf die Anheilungsbedingungen transplantierten Lappen zu prüfen. Derartige Versuche, die von *Schoene* angestellt worden sind, haben allerdings zu einem verwertbaren Resultate nicht geführt.

In das gleiche Kapitel gehören auch sehr interessante Experimente über die Übertragbarkeit der Krebsimmunität und Krebsdisposition. Zurzeit zeigte sich aus Versuchen von *Krauß*, *Ranze* und *Ehrlich*, daß bei einer Parabiöse zwischen einer Tumorratte und einem normalen Gefährten ein nachgeimpfter Tumor nicht anging. Ebenso fanden *Albrecht* und *Hecht* einen wachstumshemmenden Einfluß auf Mäusegeschwülste durch eine gleichzeitige Parabiöse. Daß ein Tier durch länger dauernde Parallelschaltung wirklich umgestimmt werden kann, bewies *Lambert*. Mäusetumoren, die sonst auf Ratten nicht zum Wachstum kamen, ge-



langten auf letzteren bei gleichzeitiger Maus-Ratten-Parabiose zu guter Entwicklung.

Eine weitere Reihe von Forschern prüfte nun auch, inwieweit Störungen im Ablauf organisch-spezifischer Vorgänge sich beim Partner zu erkennen geben. Insbesondere handelt es sich dabei um Versuche, in die Störungen, die durch Schädigung oder Änderung der inneren Sekretion hervorgerufen werden, Einblick zu gewinnen. An erster Stelle sind hier die Experimente über Nierenkompensation zu nennen, wie sie von *Morpurgos*, *Sauerbruch* und *Heyde* sowie ihren Mitarbeitern *Jehn* und *Birkelbach* ausgeführt wurden. Wichtiger noch als die von *Morpurgos* gefundenen Tatsachen, daß bei Doppelratten die Nieren eines Partners die Funktion deren des zweiten, viele Monate hindurch übernehmen können, sind diese Experimente für die Klärung der Uraemie geworden. Es würde zu weit führen, dieses schwierige Kapitel hier zu erläutern, erwähnt sei nur, daß bei diesen Versuchen interessante Befunde über Ödembildung, Entstehung der Herzhypertrophie und die Frage der inneren Nierensekretion erhoben werden konnten.

Weiterhin haben *Sauerbruch* und *Heyde* untersucht, ob es nicht möglich wäre, durch Studium des Ablaufs der Geburt bei Parabiosetieren zu einer befriedigenden Erklärung des Wehenbeginns zu gelangen. Dabei fand sich die überraschende Beobachtung, daß kurz vor dem Einsetzen der Wehen das normale Tier schwer erkrankte, ja in Krämpfen zugrunde ging, während das trächtige gesund blieb. Die Autoren kamen zu dem Schlusse, daß am Ende der Schwangerschaft gewisse Stoffe vielleicht spezifischer Natur auftreten, die ungiftig hochträglichen Tieren gegenüber sind, die aber normale Tiere unter schweren Erscheinungen töten und im Beginne der Schwangerschaft Abort auslösen können.

In das gleiche Kapitel gehören endlich auch Versuche, wie sie von *Harms* an Fröschen zur Prüfung des Entstehens der sekundären Geschlechtscharaktere ausgeführt worden sind. *Harms* ging dabei von dem Gedanken aus, daß die Keimdrüsen Stoffe abgeben könnten, die für die Entwicklung bestimmter Geschlechtermerkmale von Wichtigkeit sind. Auch studierte er das Problem, ob der Einfluß des Hodens auf die Brunstmerkmale auf innerer Sekretion beruht. Er ging in seinen Versuchen so vor, daß er das eine Tier kastrierte und mit einem normalen vereinigte. Dabei zeigte sich, daß allerdings gewisse Erscheinungen des Geschlechts erhalten blieben, wie z. B. der Umklammerungsreflex und die gelbe Farbe des Fettkörpers, die bei Kastraten fehlen. Dagegen konnte ein Schwund der Drüsen, wie auch der Höcker der Epidermis, der sog. Daumenschwielen, nicht verhindert werden. Betrafen die genannten Untersuchungen mehr physiologische Fragen, so ließ sich in den Untersuchungen über die Ursache des Todes bei Uraemie, bei schweren Verbrennungen sowie bei Kontusionen die Nütz-

lichkeit der Versuchsanordnung der Parabiose deutlich zeigen. Durch sie allein ließ sich die Frage mit Sicherheit entscheiden, ob das jeweilige Krankheitsbild auf einen Reflex oder Giftwirkung zurückzuführen sei. Durch die Erkrankung des zweiten künstlich nicht geschädigten Partners konnte dabei in einwandfreier Weise der Nachweis einer Toxinwirkung geführt werden. Besonders wichtig waren diese Ergebnisse für die Erkennung des Todes durch Verbrennung (*Heyde* und *Vogt*) sowie beim Darmverschluß (*Sauerbruch* und *Heyde*), wo man bisher noch die verschiedensten Ursachen, insbesondere Reflexwirkungen für die einsetzenden Störungen verantwortlich gemacht hatte.

An letzter Stelle sei noch ganz kurz der Arbeiten gedacht, die sich mit der Entstehung und Übertragung von außen her eingeführter Gifte, der Übertragbarkeit der Tuberkulinreaktion sowie der anaphylaktischen Vergiftung oder mit den Untersuchungen der Bildung von Antikörpern beschäftigen (*Friedberger*).

Soweit dies in kleinem Rahmen möglich ist, glaube ich, gezeigt zu haben, daß die Versuchsanordnung, die durch die Parabiose gegeben ist, bei richtiger Fragestellung für die Bearbeitung wichtiger Probleme ein gutes Hilfsmittel ist, und uns noch wertvolle Aufschlüsse wird liefern können.

## Das Geoid im Harz<sup>1)</sup>.

Von Prof. Dr. A. Galle, Potsdam.

Wollte man eine Rundfrage veranstalten, was unter der Seehöhe eines Ortes oder Berges verstanden wird, so würde man ohne Zweifel sehr verschiedene Antworten erhalten. Wer mit dem Verfahren des Nivellements bekannt ist, würde darauf hinweisen, daß man vom Meeresspiegel ausgehend, schrittweise Höhenunterschiede mißt und daß die Seehöhe z. B. des Brockens die Summe solcher Höhenunterschiede ist, die man, wenn der Ausgangspunkt Kuxhaven war, als Höhe über der Nordsee bezeichnet. Statt diese genetische Erklärung zu geben, würden andere sich das Gebirge durchsichtig vorstellen und ein Bleilot vom Gipfel herabgelassen denken, bis es auf den Meeresspiegel trafe, wenn kein Land und keine Gebirge vorhanden wären, sondern das Meer die ganze Erde bedeckte. Die Länge des Lotes wäre dann die Seehöhe. Nicht alle würden damit die Einsicht verbinden, daß die Oberfläche eines solchen die Erde umgebenden Meeres nahezu die Gestalt eines Umdrehungsellipsoids besitzt, noch weniger würde der Gedanke entstehen, daß infolge des Vorhandenseins des Gebirges die nur in der Phantasie vorhandene Meeresfläche durch die nach oben anziehende Wirkung der Gesteins-

<sup>1)</sup> Unter demselben Titel erschien eine Veröffentlichung des Kgl. Geodätischen Institutes vom Verf. Berlin 1914.

massen eine wellenartige Erhebung erleiden müßte, die nur, wenn man das Gebirge ganz fortnehmen könnte, wieder verschwände.

Diese gedachte Fläche, von der die Oberfläche des von Wind und Strömungen unbeeinflussten Weltmeeres einen Teil ausmacht, begrenzt die (mathematische) Figur der Erde, die *Listing*, ein Schüler von *C. F. Gauß*, mit dem Namen *Geoid* bezeichnet hat. Sie ist (Fig. 1) eine Niveaulfläche, auf der überall die Richtung der Schwerkraft senkrecht steht. Gerade hierin liegt letzten Endes der Grund, daß man sich mit dieser dem Laien überflüssig erscheinenden und der mathematischen Behandlung schwer zugänglichen Fläche befaßt. Denn die Richtung der Schwere ist die *einzige* bestimmbare und (praktisch jedenfalls) unveränderliche Richtung an jedem Orte, wenn man nicht den Himmel zu Hilfe nimmt. Die Richtungen nach Nachbarorten z. B. sind nur durch die Richtungsunterschiede in ihrer gegenseitigen Lage bestimmbar, da die einzige absolute Horizontal-Richtung, die der Magnetnadel, veränderlich ist. Nur die Höhen- oder Tiefenwinkel dieser Richtungen lassen sich in bezug auf die Horizontalebene oder also in bezug auf die Richtung der Schwerkraft bestimmen.

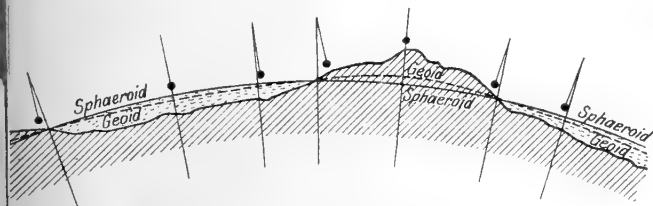


Fig. 1. (Nach Wagner.)

Wie angedeutet, läßt sich für das Geoid eine einfache mathematische Formel nicht angeben. Da aber eine Niveaulfläche eine Fläche konstanten Potentials ist, so kann man den Potentialausdruck in eine Reihe entwickeln und sich auf die ersten Glieder beschränken. Durch Anpassung der Konstanten an die Schwerkraftmessungen erhält man auf diese Weise eine Näherungsformel für das Geoid. Die dadurch dargestellte Fläche, die sich nicht sehr von einem Umdrehungsellipsoid unterscheidet, wird *Sphäroid* genannt. Für die Berechnung der Dreiecksmessungen wird dagegen geradezu ein solches Umdrehungsellipsoid vorausgesetzt, das für die betreffende Gegend einen guten Anschluß an die wirkliche Gestalt der Erde gibt, und das deshalb *Bezugs-* (oder *Referenz-*) *Ellipsoid* heißt. Für Mitteleuropa eignet sich hierzu das von *Bessel* berechnete, wenn man seine Dimensionen um  $\frac{1}{10000}$  vergrößert. — Es entspricht dies etwa dem Verfahren in der Astronomie, für die Planetenbahnen zunächst Ellipsen anzunehmen. Man bestimmt dann die Abweichungen des Geoids von einem solchen Ellipsoid, was mit genügender Genauigkeit nur für kleinere Flächen möglich ist, indem man hier die dazu erforderlichen Messungen häuft. Es kommen

dabei die von *Helmert* so bezeichneten *astronomischen Nivellements* zur Verwendung.

Bei einem (geometrischen) Nivellement mißt man, wie schon erwähnt, schrittweise den Höhenunterschied von zwei aufeinander folgenden, meist (soweit nicht die Höhenangabe interessiert) nur vorübergehend festgelegten Punkten. Auf diesen 100—200 m voneinander entfernten Punkten werden Meßlatten lotrecht errichtet und in der Mitte zwischen beiden wird ein Nivellierinstrument mit horizontalem Fernrohr aufgestellt. Hiermit stellt man durch abwechselndes Zielen nach beiden Latten die Striche ihrer Teilungen ein, die in gleicher Höhe liegen, und erhält so die Höhendifferenz der Fußpunkte der Latten als Unterschied der Ablesungen.

Man könnte aber auch anders verfahren, indem man von einem Punkte mit bekannter oder im Verlaufe der Messung schon bestimmter Höhe nach dem nächsten zielte und den Höhen- oder Tiefenwinkel der Ziellinie mit einem dazu geeigneten Instrumente und dazu noch die horizontale Entfernung beider Punkte mit einem Meßband mäßte. Dann erhielte man aus Entfernung und Höhenwinkel den Höhenunterschied beider Punkte.

Nach diesem Prinzip wird ein astronomisches Nivellement zur Ermittlung der Erhebungen des Geoids über dem Ellipsoid ausgeführt. Die Entfernungen zweier Dreieckspunkte auf dem Ellipsoid liefert die Dreiecksmessung. Der Winkel, den die bei kleinen Entfernungen als geradlinig betrachtete Verbindungslinie der zugehörigen Geoidpunkte mit der ebenfalls als Gerade angesehenen Dreiecksseite auf dem Ellipsoid bildet, wird durch den Winkel der Senkrechten auf beiden gemessen. Die Senkrechte auf dem Ellipsoid ist die Normale auf ihm, die Senkrechte auf dem Geoid ist die nach dem Scheitelpunkt (Zenit) gerichtete, rückwärts verlängerte Schwererichtung.

Diese Richtungen treffen zwei Punkte am Himmel, die z. B. für den Brecken 13'' Bogenabstand haben; man zerlegt diesen kleinen Abstand in zwei Komponenten:  $\xi$  und  $\eta$ , die nördliche und die östliche Lotabweichung, die man getrennt mißt. Sie werden positiv gerechnet, wenn der Zielpunkt der Lotlinie, das astronomische Zenit nördlich bzw. östlich vom geodätischen Zenit, dem Schnittpunkt der Ellipsoidnormalen mit der Himmelskugel liegt.

Wir wollen zunächst die nördliche Lotabweichungskomponente ins Auge fassen und daher eine Messung längs eines Meridians annehmen.

Der Winkelabstand der beiden Scheitelpunkte voneinander wird als Unterschied der Winkelabstände beider Punkte vom Pol erhalten. Man mißt den Abstand (die Zenitdistanz) eines oder mehrerer Sterne vom astronomischen Zenit im Meridian (d. h. zur Zeit ihrer Kulmination) und erhält, da die Orte der Sterne am Himmel, also auch ihre Polabstände bekannt sind, den Winkelabstand zwischen Pol und Zenit (die Ergänzung der geographischen Breite zu 90 Grad).

Der Winkel der Ellipsoidnormale, oder wenn wir unsere Betrachtung auf die Nord-Süd-Richtung beschränken, der Winkel der Normale der Meridianellipse mit der Richtung nach dem Pol, die mit der Richtung der Umdrehungsachse des Erdellipsoids übereinstimmt, wird dagegen durch Rechnung gefunden. Hier liegt wieder die erwähnte Schwierigkeit vor, daß wir an einem bestimmten Ort der Erdoberfläche außer der Schwerkraft keine absolute Richtung, also auch nicht die der Normale auf der Meridianellipse ermitteln können. Auf Grund umfangreicher Messungen und Berechnungen hat man nun aber für den (früheren) Hauptpunkt der deutschen Landesvermessungen, Rauenberg bei Berlin, die Lotabweichung geschätzt, so daß man nach *Helmert* hier den Winkel zwischen den beiden Scheitelpunkten in der Meridianrichtung zu  $\xi = +5''$  und die östliche Lotabweichung zu  $\eta = +4''$  annehmen kann. Fände man später einmal etwas andere Werte, so entspräche ihre Einführung einer Nullpunktsänderung. Indem hiernach für einen Punkt die absolute Richtung der geodätischen Normalen bekannt ist, so ist die Ermittlung der Richtung für irgendeinen andern Punkt des durch seine Dimensionen und seine Abplattung gegebenen Ellipsoids nur eine Sache der Rechnung, durch die für Brocken  $+13,3''$  nach Norden und  $+2,6''$  nach Osten gefunden wurde<sup>1)</sup>.

Auf dem angedeuteten Wege sind für ungefähr 75 Punkte die Lotabweichungen im Meridian in einem den Harz umschließenden Gebiete durch astronomische Beobachtungen und geodätische Berechnung erhalten worden. Es war so möglich, eine Karte der nördlichen Lotabweichungen zu entwerfen, indem Punkte gleicher Lotabweichung (von  $1''$  zu  $1''$  fortschreitend) durch Kurven verbunden wurden. Nicht ohne Interesse sind gewisse Ähnlichkeiten dieser Karte mit der geologischen Karte und der Karte der Schwerkraftswerte. Für den Meridian des Brockens und je drei um  $10'$  in geographischer Länge fortschreitende, symmetrisch zu ihm im Westen und Osten gelegene Meridiane konnten nun Profile der Erhebungen des Geoids über dem Ellipsoid berechnet werden. Es wurden aus der Lotabweichungskarte für gleichweit voneinander abstehende Punkte jedes Meridians die Lotabweichungen entnommen, und mit der gewählten Entfernung lagen somit die für die Berechnung der Höhenunterschiede aufeinander folgender Geoidpunkte notwendigen Zahlenwerte vor.

Um die Höhen selbst zu erhalten, muß man einen Ausgangspunkt wählen, und es wurde hierfür der trigonometrische Punkt Sophienhof an der dänischen Grenze ausgesucht, von dem *L. Krüger* bei einer früheren Berechnung des Meridianprofils des Brockens ausgegangen war. Wahrscheinlich müssen nach *Helmert* alle Höhen etwas vergrößert werden, doch liegen noch keine ge-

naueren Zahlen vor. Die Höhe des Geoids beträgt für den Brocken (bei unserer Annahme des Nullpunkts) etwa 4 m, sie steigt dann weiter in demselben Meridian nach Süden und erreicht in den Alpen 13 m.

Um nun auch für die andern Meridiane die Höhen zu erhalten, sind zwei Querprofile gelegt worden, die auf Bestimmungen der östlichen Lotabweichungen beruhen. Die astronomischen Messungen bestanden in diesem Fall meist in Azimutbestimmungen. Da der Meridian in einem Orte durch den (größten) Kreis, der durch das Zenit und den Pol geht, definiert ist, so leuchtet ein, daß die beiden erwähnten Scheitelpunkte zwei etwas verschiedene Meridiane liefern, deren einer eben durch die astronomische Azimutbestimmung, der andere durch geodätische Rechnung bestimmt wird.

Man kann sich den Zusammenhang zwischen östlicher Lotabweichung und Azimutänderung leicht klarmachen, wenn man die beiden Meri-

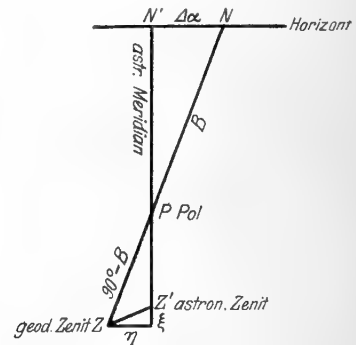


Fig. 2.

diankreise am Himmel über ihren Schnittpunkt im Pol bis zum Horizont verlängert. Es entstehen (Fig. 2) zwei Dreiecke, in denen die im Horizont gemessene Azimutänderung  $\Delta\alpha$  und die östliche Lotabweichungskomponente  $\eta$  zwei (in unsern Breiten) kleine, zum (astronomischen) Meridian senkrechte Bogenstückchen sind. Der Horizont hat nun einen Winkelabstand gleich der geographischen Breite  $B$  vom Pol, der Winkel zwischen Zenit und Pol ist die Ergänzung dazu:  $90^\circ - B$ . Man findet mit Rücksicht auf die Kleinheit der Winkel, daß der Winkel am Pol in den beiden

Dreiecken die Werte  $\frac{\Delta\alpha}{\sin B}$  und  $\frac{\eta}{\cos B}$  hat, aus deren Gleichsetzung  $\Delta\alpha = \eta \cdot \tan B$  folgt.

Vom Brockenmeridian ausgehend, konnten nun für alle Meridiane und die Parallelkreise die Höhen angegeben werden. Auf dieser Grundlage entstand die nachstehende Karte (Fig. 3), deren Kurven die Punkte gleicher Erhebung des Geoids verbinden und von Dezimeter zu Dezimeter fortschreiten<sup>1)</sup>. Die Höhen steigen von 2,0 m am

<sup>1)</sup> Lotabweichungen im Harz. Veröffentlichung des Kgl. Geodätischen Instituts vom Verf., Berlin 1908.

<sup>1)</sup> Das Licht hat man sich von links (West) einfallend zu denken, um Erhebungen und Vertiefungen in der Karte unterscheiden zu können.

Nordrande (in der Gegend südlich von Braunschweig) bis 4,6 m in der Südostecke (bei Sangerhausen). Vom Brocken, der fast genau in der Mitte der Karte liegt, steigt das Geoid nach Süden zu einer Art Gipfelpunkt an, um dann in der Gegend von Nordhausen etwas zu sinken, bevor es von neuem nach Süden und besonders Südosten ansteigt.

Die früher verbreitete Ansicht, die z. B. auch W. Jordan vertreten hat, daß das Geoid eine Reliefdarstellung der physischen Erdoberfläche mit ihren einzelnen Erhebungen und Tälern in reduziertem Höhenmaßstab wiedergebe, wird durch das Bild des Geoids im Harz etwas berichtigt. Man hat hier eher den Anblick einer Dünung, deren Wellenzüge vom norddeutschen Tieflande nach Süden hin aufsteigen, und das Gebirge macht sich mehr durch eine Ausbiegung der Wellenzüge, als durch einzelne Wellenkämme oder Wellenköpfe bemerkbar. Allerdings würde eine durch astronomische Beobachtungen kaum

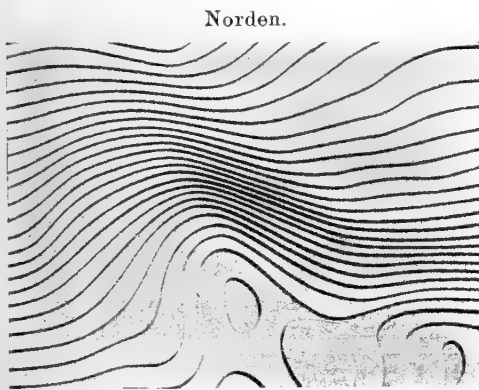


Fig. 3.

erreichbare Feststellung kleiner Höhenänderungen auf kurze Strecken sich in einer Kräuselung der Wellenzüge erkennen machen. Vielleicht wird hierfür einmal die Drehwaage von Eötvös Beiträge durch Ermittlung schneller Krümmungsänderungen liefern. Für jetzt muß man sich mit dem allgemeinen Verlauf begnügen.

Bei dieser Karte ist das Ellipsoid als eine Ebene betrachtet, über der sich das photographisch wiedergegebene Pappmodell des Geoids erhebt. Wenn man aber auf die Krümmung Rücksicht nimmt, so unterscheidet sich die Krümmung des Geoids so wenig von derjenigen des Ellipsoids, daß nirgends Einbuchtungen vorkommen. Es sind das ähnliche Verhältnisse wie bei den großen Meeresbecken auf der Erde, bei denen ebenfalls die Bodenfläche nach außen gewölbt ist wie bei der Erdkugel; nur einzelne Becken, wie das Schwarze Meer, haben einen konkaven Boden, wie Böhmen v. Böhmersheim in einer interessanten Abhandlung zeigt<sup>1)</sup>.

Es möge noch erwähnt werden, daß bei der Berechnung der Geoidhöhen zum ersten Male eine

<sup>1)</sup> Kritischer Böschungswinkel und kritische Tiefe. Wien 1911.

von Helmert aufgestellte Theorie zur Anwendung gekommen ist, welche die Krümmung der Lotlinien berücksichtigt. Sie beruht auf ähnlichen Überlegungen, wie sie bei der Berechnung der Höhen aus geometrischen Nivellements ebenfalls wegen dieser Krümmung der Lotlinien, besonders in gebirgigem Gelände Korrekturen der unmittelbar erhaltenen Höhen notwendig machen. Ein genaueres Eingehen auf diese Verhältnisse läßt sich aber ohne mathematische Formeln schwer durchführen. Im Harz ist jedoch der Einfluß dieser Verbesserungen verhältnismäßig klein und ändert die Erhebungen im Höchsthalle nur um etwa 5 cm. In den Alpen würde jedenfalls der Einfluß schon bedeutender sein.

Wer den hier erwähnten Arbeiten ganz fern steht, hat vielleicht den stillen Argwohn, daß die Lotabweichungen nur ein Rechnungsergebnis sein könnten. Solchen Zweifeln gegenüber liefert ihre Herleitung aus der Anziehung der Gebirgsmassen einen mehr sinnfälligen und unabhängigen Beweis für ihr Vorhandensein. Ist  $M$  (Fig. 4) eine aus Volumen und Dichte berechnete Masse in der Umgebung eines Ortes  $O$ , so entsteht eine Attraktion, die wir uns nach Größe und Richtung durch  $OM$  vorstellen wollen. Die Anziehung der Erde, die wir hierbei als nach dem Mittelpunkt der Erdkugel gerichtet annehmen können, sei durch  $OE$  bezeichnet. Dies wäre die Richtung der Schwerkraft, wenn eben nicht die durch ihre Nähe an  $O$  einflußreichen Massen  $M$  wirkten. Beide Anziehungskomponenten setzen sich aber zu der Resultante  $OL$  zusammen, in deren Richtung in Wirklichkeit ein freischwebendes Lot hängen wird. Die Richtung  $OL$  zeigt rückwärts verlängert nach dem astronomischen Zenit  $Z'$ , während das ungestörte Zenit  $Z$  sein würde. Der Winkel  $ZOZ'$  ist dann die Lotabweichung.

Dieses Verfahren, das wegen der mangelhaften Kenntnis der Dichte der Gesteinsmassen und wegen der Unkenntnis der unterhalb der Erdoberfläche vorhandenen Massenverteilung in seiner Genauigkeit beschränkt ist, hat doch oft ausgezeichnete Übereinstimmung gegeben. So gaben z. B. mit München als Ausgangspunkt die astronomisch-geodätischen Beobachtungen Lotabweichungen von 9,0'' im Meridian, — 5,8'' senkrecht dazu, während die Attraktionsrechnungen 8,6'' bzw. — 5,2'' lieferten.

Im Harz liegt die Sache sehr ungünstig, weil der geologische Aufbau des Gebirges sehr verwickelt ist, wie aus den Untersuchungen von Lossen und von Erdmannsdorfer hervorgeht. Die Faltung und Übereinanderschlebung der Gesteinsschichten ist dadurch besonders unübersichtlich, daß zwei zueinander senkrecht gerichtete Faltungssysteme durch zeitlich weit auseinander liegende Vorgänge entstanden sind, so daß die an der Oberfläche vorgenommenen Dichtebestimmungen keinen Anhalt für die Verhältnisse im Innern des Gebirges geben. Auch wechseln die Dichten innerhalb ein und des-

selben Gebirgsabschnitts oft ziemlich bedeutend. Während ferner bei andern Gebirgen unter den sichtbaren Gebirgsmassen sich in der Erdkruste, wenn nicht Hohlräume, so doch Räume von wesentlich geringerer Dichte befinden, ist beim Harz eine solche Ausgleichung der Massen (Isostasie) nicht vorhanden, wie die Schwerkraftsmessungen von *L. Haase* gezeigt haben. Vielleicht können aber umgekehrt die gefundenen Mißstimmigkeiten zu einer Erweiterung der geologischen Kenntnisse im Harz einen Beitrag liefern.

### Besprechungen.

**Beyschlag, F., P. Krusch und J. H. L. Vogt, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung.** I. Band, Erzlagerstätten I. Allgemeines, Magmatische Erzausscheidungen, Kontaktlagerstätten, Zinnsteinganggruppe und Quecksilberganggruppe. Zweite, neubearbeitete Auflage. Stuttgart, Ferd. Enke, 1914. XXXI, 578 S. und 281 Abbild. Preis geh. M. 18,60, geb. M. 20,—.

Der Umstand, daß der I. Band dieses dreibändig geplanten Werkes schon vergriffen war, noch ehe das vollständige Werk erschienen ist, ist der beste Beweis dafür, daß die Verf. ihre Aufgabe in einer vortrefflichen Weise erfüllt haben. Sind doch in neuerer Zeit sowohl in deutscher wie auch in englischer Sprache mehrere Werke über Erzlagerstättenkunde herausgegeben worden. Gegenüber der ersten Auflage ist besonders das Kapitel über Mineralbildung umgearbeitet worden, während ein Abschnitt über die einschlägigen Kolloide (gelartige Körper und Gelerze der Schwermetalle) neu zugefügt wurde. Zahlreiche Abbildungen erläutern den Text; namentlich sei hervorgehoben, daß die Abbildungen von Erzstufen trotz des Fehlens der Farben die Paragenesen der verschiedenen Minerale klar vor Augen führen. Hier gebührt dem Verleger besonderer Dank.

H. E. Boeke, Frankfurt a. M.

**Dammer, B., und O. Tietze, Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohle und des Petroleum.** II. Band. Stuttgart, Ferd. Enke, 1914. XII, 539 S. und 93 Abbildungen. Preis geh. M. 16,—, geb. M. 17,40.

Der erste Band dieses Werkes wurde im Jahrgang 1 S. 1213 der „Naturwissenschaften“ besprochen. Der vorliegende zweite Band behandelt die Sulfate, die Silikate und einige organogene Produkte (Erdwachs, Bernstein, Asphalt), soweit sie technische Bedeutung besitzen. An der Bearbeitung dieses Bandes beteiligten sich die Autoren des ersten Bandes nur zum Teil (*Bärtling, Dammer, Pufahl, Tietze*), während die Namen *Einecke, Kaunhooven* und *Rosenbach* neu hinzugekommen sind.

Eine große Anzahl Daten, die man in anderen Werken über einen ähnlichen Gegenstand vergeblich sucht, machen das Buch zu einem sehr nützlichen Nachschlagewerk für jeden, der sich mit der technischen Verwendung von Mineralen beschäftigt. Die mineralogischen Eigenschaften sind nur sehr kurz, manchmal sogar etwas stiefmütterlich behandelt. So sollte z. B. das Mineral Hanksit nicht als „ein Thenardit mit etwas kohlensaurem Natron und Chlorkalium“ definiert werden. Derartige Beispiele ließen sich

leicht vermehren. Der Schwerpunkt des Werkes liegt jedoch so sehr in der Behandlung von Vorkommen, Aufbereitung und Verwendung der nutzbaren Minerale, daß die rein mineralogischen Angaben, die in anderen Büchern leicht nachgesehen werden können, wenig ins Gewicht fallen.

H. E. Boeke, Frankfurt a. M.

### Zeitschriftenschau.

**Physikalische Zeitschrift vom 1. Januar 1915.**

*Über die  $\alpha$ -Strahlung des Wismuts aus Pechblende;* von *Lise Meitner*. Die Hypothese eines radioaktiven Weiterzerfalls von Blei schien gestützt durch die Darstellung  $\alpha$ -strahlender Wismutpräparate, welche aus Pechblende gewonnen waren. Verfasserin zeigt, daß diese  $\alpha$ -Aktivität sich vom Bi trennen läßt und zum größten Teil dem Ionium zuzuschreiben ist.

*Das magnetische Spektrum der  $\beta$ -Strahlen von Radiothor und Thorium X;* von *v. Baeyer, Hahn und Meitner*. Entsprechend der chemischen Analogie zwischen der Thorium- und Aktiniumreihe, wurde eine Parallelität in den Umwandlungs- $\beta$ -Strahlungen vermutet. Verfasser stellen diese her durch die Beobachtung, daß früher dem Thorium X zugeschriebene  $\beta$ -Strahlungen dem Radiothor angehören.

*Über das Spektrum von Gadolinium;* von *E. Paulson*. Einige Regelmäßigkeiten im Linienspektrum von Gd werden aufgezeigt.

*Über eine exponentielle Temperaturskala;* von *R. H. Weber*. Aus methodischen Gründen wird eine Temperaturskala  $\tau$  vorgeschlagen, die mit der absoluten Skala T in der Relation steht:

$$T = T_0 e^{a(\tau - \tau_0)}.$$

*Ein variabler Widerstand für radioaktive Messungen;* von *Manne Siegbahn*. Beschreibung eines variablen Luftwiderstandes, bei dem die Sättigungsstromstärke proportional einer Kurbeldrehung ist.

*Zur Kritik des Elementarquantums der Elektrizität;* von *Fritz Zerner*. Die beiden Methoden zur Bestimmung von  $e$ : Brownsche Bewegung und Stokesscher Reibungswiderstand, werden an ausführlichem Material rechnerisch verglichen und an Öl- wie an Metallteilchen ein Abnehmen der Ladung mit dem Radius konstatiert. Beide Methoden lassen auf bedeutende Unterschreitungen des Elementarquantums schließen.

*Eine Anordnung zur Demonstration der Resonanz;* von *P. Ludewig*. Beschreibung eines leicht herstellbaren Demonstrationsapparates.

**Zeitschrift für Instrumentenkunde: Januar 1915.**

*Ein einfaches Universalphotometer für astrophysikalische Zwecke;* von *K. Graff*. Verf. beschreibt ein, auch für Liebhaber-Astronomen brauchbares, Keilphotometer einfachster Bauart. Das neutrale Modulationsglas wird in diesem Instrument, wie in Amerika üblich, nicht zum Auslöschen, sondern lediglich zur meßbaren Veränderung der Helligkeit des Vergleichssterne verwendet.

*Ermittlung der drei Unbekannten einer gedämpften Schwingung durch reine Zeitmessung;* von *H. G. Bader*. Nimmt man an, daß die Dämpfung der zu untersuchenden Schwingung proportional der Geschwindigkeit erfolgt, dann führt, wie der Verfasser mathematisch begründet, eine dreimalige Messung der Schwingungsdauer zur Kenntnis der drei Unbekannten der Schwingung. Dies Verfahren hat vor der Messung des Dekrements den Vorzug, unabhängig von der Reibung des schwingenden Systems zu sein.

*Rowlands Gitterteilmaschine;* von *F. Göpel*. Es wird auf Grund amerikanischer Quelle die Gitterteilmaschine von Rowland in ihrem mechanischen Aufbau beschrieben.



# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 7.

12. Februar 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Gegenwärtiger Stand der marinen Physiologie.  
Von Prof. Dr. A. v. Tschermak, Prag. S. 77.

Haben die Bienen einen Farben- und Formensinn?  
Von Prof. Dr. H. v. Buttel-Reepen, Oldenburg.  
S. 80.

Die Sexualität der Pilze. Von Dr. Hermann Sierp,  
Tübingen. S. 82.

Astronomische Mitteilungen. S. 86.

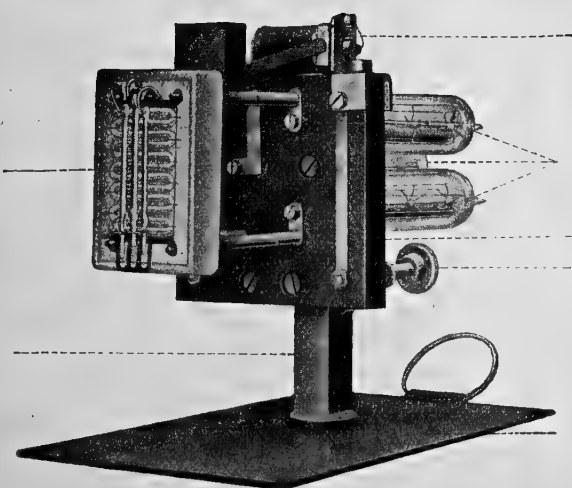
Kleine Mitteilungen. S. 87.

Zeitschriftenschau. S. 88.

## Allgemeine Elektrizitäts- Gesellschaft

Abt. Nernstlampen

Abt. Nernstlampen



Neue  
Preisliste  
für  
Projektions-  
Lampen

erschienen.

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

## Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Monographien aus dem Gesamtgebiete der Neurologie und Psychiatrie

Herausgegeben von

A. Alzheimer-Breslau und M. Lewandowsky-Berlin

Soeben erschien:

Heft 10:

## Die Gemeingefährlichkeit in psychiatrischer, juristischer und soziologischer Beziehung

Von

Dr. jur. et med. M. H. Göring

Privatdozent für Psychiatrie, Assistenzarzt an der Klinik für psychische und nervöse Krankheiten zu Gießen

Preis M. 7.—

Vorzugspreis für die Abonnenten der Zeitschrift für d. ges. Neurol. u. Psych. M. 5.60

Vor kurzem erschien:

Heft 9:

## Selbstbewußtsein und Persönlichkeitsbewußtsein

Eine psychopathologische Studie

Von

Dr. Paul Schilder

Assistent an der psychiatrischen und Nervenkl. der Universität Leipzig

Preis M. 14.—

Vorzugspreis für die Abonnenten der Zeitschrift für d. ges. Neurol. u. Psych. M. 11.20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

12. Februar 1915.

Heft 7.

## Gegenwärtiger Stand der marinen Physiologie.

Von Hofrat Prof. Dr. A. v. Tschermak, Prag.

Der jeweilige Stand einer Wissenschaft läßt sich entweder kennzeichnen nach führenden Ideen oder nach Arbeitsgebieten bzw. Detailleistungen, eventuell auch nach Arbeitsmethoden. Allerdings vermag keine dieser Betrachtungsweisen für sich allein ganz reinlich durchzugreifen und einen erschöpfenden Überblick zu bieten. Darum sei es gestattet, die im Vorjahre gebotene Kennzeichnung der führenden Ideen auf dem Gebiete der Lehre von den Lebensvorgängen<sup>1)</sup> zunächst nach einer Richtung hin zu ergänzen durch Heraushebung eines gerade besonders aktuell gewordenen, entwicklungsfreudigen und viel versprechenden Arbeitsgebietes — durch eine kurze Darstellung der Arbeitsorganisation sowie der Probleme und Leistungen, welche die *Hydrophysiologie*, speziell die *Physiologie der Seetiere* gegenwärtig aufweist.

*Arbeitsorganisation der Hydrophysiologie. Entwicklung derselben.* Die Physiologie hat sich relativ spät hydrologischen, besonders marinen Aufgaben zugewendet, wenn auch schon Johannes Müller (seit 1845), Marey und andere die Bedeutung dieser Arbeitsrichtung ahnten. Die Zoomorphologen waren diesbezüglich schon seit den siebziger Jahren vorangeeilt, während die Erforschung der speziellen *Lebenserscheinungen* der Meerestiere, wenn man etwa die elektrischen Fische ausnimmt, erst vor etwa drei Dezennien begonnen hat. Daß die Physiologie so spät seefreudig und seetüchtig geworden ist, darf allerdings nicht wundernehmen. Benötigt doch der Physiologe im allgemeinen weit mehr und weit kostspieligere Untersuchungsmittel; auch muß er häufig besondere Ansprüche an den Arbeitsraum und an eine Fülle kleiner Behelfe stellen, die sich oft nur an einer eigens dafür eingerichteten Arbeitsstätte, an einer marinebiologischen Station, befriedigen lassen. Die Möglichkeit zu physiologischer Arbeit während einer Fangexpedition ist meist recht beschränkt, während der Systematiker schon hierbei bestimmen und sortieren kann und in der Lage ist, sein Untersuchungsmaterial zwar tot, aber

wohlkonserviert nach Hause mitzubringen<sup>1)</sup>. Für den Physiologen ist ein Heimtransport lebender Tiere in sein Laboratorium nur in sehr beschränktem Umfange möglich. Demgemäß hat erst die Entfaltung, welche die *marinebiologischen Stationen* in letzterer Zeit erfahren haben, eine weitergehende Entwicklung der Physiologie der Meerestiere ermöglicht.

*Bedeutung der marinebiologischen Stationen, speziell der Neapler Station, für die Hydrophysiologie.* So ist die erste großzügige Pflegestätte meereszoologischer Forschung auch zur Metropole der marinen Physiologie geworden; ich meine die *Neapler Station*<sup>2)</sup>. Ihr Schöpfer und langjähriger Leiter Anton Dohrn (1840—1909, Direktor 1874 bis 1909) brachte dazu nicht bloß das in hohem Maße erforderliche organisatorische Talent mit, sondern auch den weiten Blick und die Hochherzigkeit, jede neuauftauchende Richtung zu fördern und ihre Entfaltung zu ermöglichen, ja, auch eigene fruchtbare biologisch-physiologische Ideen, wie das Problem der Anpassung an besondere Lebensbedingungen, beispielsweise an das parasitische Dasein, das Problem des adaptativen Funktionswechsels einzelner Organe u. a. Einen besonderen Fortschritt machte die Organisation physiologischer Forschungsarbeit an der Neapler Station dadurch, daß Dohrn im Jahre 1906 einen weiträumigen, vorzüglich disponierten und ausgestatteten Zubau eigens für Zwecke der Experimentalphysiologie und der physiologischen Chemie der marinen Lebewesen errichtete. Das Vorbild der Neapler Station, die bei ihrer Gründung im Jahre 1871 bzw. 1874 — von den kleinen Vorläuferinnen in Concarneau (1859) und Arcachon (1867) abgesehen — die erste und einzige ihrer Art war, hat seither erfreulicherweise Nachfolge gefunden. Hier sei eine kurze Statistik der hydrobiologischen Stationen — zuerst der marinen, in zweiter Linie der Süßwasserstationen — in den Kulturstaaen geboten, wobei allerdings offen zu gegeben sei, daß an den meisten dieser Stätten — besonders an den Süßwasserstationen — der Arbeitsanteil der Physiologen noch stark zurücktritt gegenüber jenem der Zoologen. In einigen spielt auch schon die Ozeanographie eine bemerkenswerte Rolle.

<sup>1)</sup> Vgl. meine Darstellung der Physiologie in „Das Jahr 1913“ (S. 342—350), herausgegeben von Dr. D. Saraton; für dessen Fortsetzung war der obige Aufsatz zunächst bestimmt. Zudem sei auf meinen Aufsatz „Die führenden Ideen in der Physiologie der Gegenwart“ (*Münchener mediz. Wochenschrift*, Nr. 42, 1913) verwiesen.

<sup>1)</sup> Für die Bearbeitung des Materials, welches auf den Terminfahrten in deutschen Meeren gewonnen wird, besteht ein eigenes Laboratorium im *Institut für internationale Meeresforschung in Kiel*.

<sup>2)</sup> Vgl. meine Darstellung „Die zoologische Station in Neapel“. *Meereskunde*, 8. Jg., 2. Heft, Berlin, 1914 (und separat).

*Tabellarische Übersicht der hydrobiologischen Stationen<sup>1)</sup>.*

- Deutschland 5 (marin: Helgoland 1892, Rovigno 1892; Süßwasserstationen: Plön 1890, Friedrichshagen am Müggelsee 1893, Langenargen 1911).
- Österreich-Ungarn 4 (marin: Triest 1875, Fiume 1905; Süßwasserstationen: Lunz 1905, Hirschberg 1906).
- Italien 4 (marin: Neapel 1874, Cagliari 1909; Süßwasserstationen: Bolsena 1901, Mailand 1906).
- Frankreich (mit Monaco) 7 (daneben etwa 10 kleinere) (marin: Arcachon 1867, Cette 1881 — zur Universität Montpellier gehörig —, Roscoff 1872 — zur Sorbonne in Paris gehörig —, Du Portel [Pas de Calais] — zur Universität Lille, Tamaris 1891 — zur Universität Lyon gehörig —, St. Vaast la Hongue [Manche] 1892, Monaco 1899).
- England 3 (daneben etwa 9 kleinere) (marin: Plymouth, Cullercoats — zum Armstrong College in Newcastle gehörig —, Aberdeen).
- Belgien 1 (Süßwasserstation: d'Overmeire 1906).
- Holland 1 (marin: Helder 1876).
- Norwegen 3 (marin: Trondhjem 1900, Bergen 1901, Dröbak — zur Universität Kristiania gehörig — 1894).
- Schweden 1 (marin: Kristineberg 1884).
- Dänemark 1 (Süßwasserstation: Furesø bei Lyngby-Fredericsdal 1900).
- Spanien 2 (marin: Santander 1886, Palma-Majorca 1906 — zur Universität Barcelona gehörig).
- Rußland 6 (marin: Villefranche 1882, Sebastopol 1871, Alexandrowsk-Archangelsk 1881; Süßwasserstationen: Seligersee-Ostaschkow 1906, Saratoff-Wolga 1900, Esbo Lof 1879 — zur Universität Helsingfors gehörig).
- Vereinigte Staaten 3 (marin: Cold Spring Harbor [N. J.] — zum Brooklyn Institute of sciences gehörig —, Fortugas-Carnegie-Institut [Florida], Woods Hole [Mass.]).

Es fehlt daher heute nicht mehr an geeigneten Arbeitsplätzen für die Erforschung des Lebens der Wassertiere, wenn auch die Einrichtungen mancher der genannten Stationen für die verhältnismäßig hohen und stark wechselnden Ansprüche des Physiologen noch zu wünschen lassen. Meistens wird derselbe bereits mit Untersuchungsmitteln ausgerüstet an die Küste ziehen müssen und dabei ein leicht erreichbares, wohnliches Gestade eines faunenreichen, speziell eines südlichen Meeres — mit guten Verbindungen nach dem Hinterlande — vorziehen.

*Arbeitsrichtungen und Leistungen der Hydrophysiologie.* Trotz ihrer Jugend hat die Hydrophysiologie, speziell die marine, bereits eine ganze Anzahl von Arbeitsrichtungen entwickelt und

darf auf eine Reihe tüchtiger Leistungen hinweisen. Allerdings mag der Zoologe, der Embryologe und der Planktonforscher manches für sich reklamieren, was der andere für die Physiologie bucht. Aber gerade dieses teilweise Ineinandergreifen der oft recht künstlich getrennten Arbeits- und Wissensgebiete bei der Erforschung des Wasserlebens ist ebenso anregend als erfreulich zu nennen. Ich möchte sogar behaupten, daß die Beschäftigung mit der Wasserfauna, der Blick auf das Meer den geistigen Horizont jedes biologisch Denkenden weitet und ihn zu einer gewissen Vielseitigkeit seiner Interessen veranlaßt.

*Fortpflanzungsphysiologie der Meerestiere.* Eine wichtige Anregung zu physiologischer Bearbeitung gaben jene Probleme, welche — gewissermaßen als Grenzfragen — das Interesse der Morphologen, des Biologen im eigentlichen Wortsinne und des Physiologen im gleichen Maße beanspruchten: die Probleme des Todes wie der Zeugung, der Vererbung und Entwicklung bei den Meeresbewohnern. Gerade die Zeugungsstudien an marinen Tieren, speziell an Protisten, geben wertvolle Aufschlüsse für die *Fortpflanzungslehre* überhaupt.

*Planktonkunde.* Die eben bezeichnete Arbeitsrichtung ordnet sich dem weiteren Gebiete der *Planktonkunde* ein, d. h. der Lehre von den schwebenden, treibenden Kleinwesen des Wassers (Plankton im engeren Sinne oder Mikroplankton). Dieses Gebiet hat, besonders seit der Challengerexpedition (1875—1876), von zoologischer Seite reiche Bearbeitung gefunden und — nach A. Steuers vorzüglicher Darstellung — neben der rein systematisch-deskriptiven Richtung oder Inventarisierungsepoche, welche allerdings bei dem die Erwartungen meist übertreffenden Formenreichtum des einzelnen Gewässers nicht so bald abgeschlossen ist, neben der quantitativ-statistischen und topographischen bereits eine experimentelle, wesentlich von physiologischen Ideen getragene Epoche oder Richtung gezeitigt, welche letztere besondere Fortschritte verspricht. Aber auch zünftige Physiologen, in erster Linie der Altmeister der Planktonforschung V. Hensen in Kiel, welcher die deutsche Nationalexpedition im Atlantischen Ozean (1889) leitete, haben wertvolle Beiträge geliefert. Über den rasch wachsenden Umfang und Inhalt der Planktonkunde im allgemeinen orientieren die Werke von C. Apstein, F. A. Forel, V. Hensen, K. Lampert, A. Steuer, O. Zacharias u. a. — Zunächst ist die Erkundung der Existenzbedingungen der einzelnen Formen des Meeresplanktons wie der Kleintiere des Süßwassers notwendig — ich meine damit das Studium der Tiefe und Niveauform des Wassers (Beckenbildung), seiner chemischen Zusammensetzung, insbesondere seines Salz- und Gasgehaltes, dann die Feststellung der Belichtung und Temperatur sowie des Druckes und der Bewegung des Lebensmediums (mit Verschiedenheiten der Strömung

<sup>1)</sup> Für die europäischen Stationen gibt Ch. Atwood Koffoid bis 1910 detaillierte Daten. (The Biological Stations of Europe. Washington 1910.)

in den einzelnen Schichten). Wesentlich zoologisch und tiergeographisch sind die Fragen nach der biologischen Schichtung des Planktons entsprechend der Tiefe, das Problem seiner horizontalen Verteilung unter Einflußnahme der Küstengestaltung und des Brackwassers (Planktonarmut der Hochsee), sodann das Studium der geographischen und örtlichen Verbreitung, der Vergesellschaftung sowie des Vorkommens der verschiedenen Formen je nach Jahreszeit und Jahrgang.

*Nahrungsbedeutung des Planktons und Ernährung der Planktonten.* Unmittelbar physiologisches Interesse hat neben den genetischen Fragen die Bedeutung und die Auswertung des Planktons für die Ernährung der verschiedenen Bewohner des Wassers, besonders der Fische, und damit indirekt auch für die Ernährung des Menschen, sowie die Erforschung des Stoffwechsels der *Planktonten* selbst. Diesbezüglich ist geradezu die Meinung ausgesprochen worden, daß das Meerwasser ein Reservoir gelöster Nährsubstanz darstelle; doch übersteigt dieser Gehalt nicht ein bis zwei tausendstel Gramm pro Liter und ist außerdem ungleich verteilt. Auch ist der Gaswechsel der Meerestiere im allgemeinen zu groß, um auf eine bloße Ernährung solcher Art bezogen werden zu können. Gleiches Interesse verdienen die Bewegungserscheinungen des Planktons, und zwar sowohl die aktiven Bewegungsleistungen als das für das Plankton charakteristische passive Schweben und Treiben, ferner die z. T. anpassungsweise Abhängigkeit der Planktonten von Wärme und Licht, die Aufnahme und Beantwortung von Lichtreizen, ja die Selbsterzeugung von Licht.

*Einzeleinstellungen der marinen Physiologie.* Die meisten Untersuchungen der marinen Physiologie betreffen allerdings die größeren Wassertiere, das *Makroplankton*, speziell Fische, Krebse, Kopffüßler, einzelne Stachelhäuter und Quallen sowie Muscheln und Schnecken. Aus der Fülle der hier geleisteten Arbeit können nur ein paar charakteristische Stichproben herausgehoben werden.

*Entwicklung von Keimen.* Schon gestreift wurden die *entwicklungsmechanischen* Studien, z. B. solche, welche die Ausgestaltung künstlich isolierter Bruchstücke von Eiern, Keimen oder Larven oder der künstlich vereinigten Zellmasse mehrerer Keime, ferner den Einfluß bestimmter Salze bzw. Salzteile auf die Entwicklung verfolgen.

*Embryophysiologie.* Nicht minder Interessantes haben Beobachtungen ergeben, welche das allmähliche Hervortreten bestimmter Organfunktionen an Embryonen betreffen: so besteht die Tätigkeit des Herzens, ja seine Begabung mit all den charakteristischen Eigenschaften, bereits zu einer Zeit, in welcher Nerven in den Herzmuskel noch nicht hereingewachsen sind.

*Bewegung und Elektrizitätsproduktion.* Ebenso hat das Studium der quergestreiften wie der

glatten Muskeln sowie der formveränderlichen Pigmentzellen von Meerestieren, ferner der elektrischen Organe der Zitterfische sowie des Nervensystems der Krebse wichtige Aufschlüsse geliefert.

*Blut der Meerestiere.* Unter den Blutfarbstoffen, welche der inneren Atmung, d. h. der Sauerstoffübertragung an die Gewebe dienen, wurden bei den wahrhaft blaublütigen Kopffüßlern ein kupferhaltiger, bei den Meerscheiden ein das seltene Element Vanadium führender Farbstoff aufgefunden. Im Gehalt an Salzen bzw. Salzteilen hat sich das Blut und die Leibessflüssigkeit der Meerestiere als sehr angenähert gleichwertig mit dem Meereswasser selbst erwiesen. Die Sauerstoffverwertung erscheint bei den Seeigeleiern nicht an den Zellcharakter geknüpft, sondern wird wesentlich durch elementare lebende Zellorgane oder Granula, z. T. gar durch unbelebte gelöste Stoffe, besondere Fermente, bewerkstelligt. Substanzen solcher Art besorgen auch bei den Wassertieren in staunenswerter Vielfältigkeit die Verdauung oder Aufbereitung der Nahrungskörper zu verhältnismäßig einfachen Bausteinen, aus denen sich die spezifisch verschiedene, stetig zerfallende Leibessubstanz erneuert.

*Aufnahme und Verwertung von Reizen.* Eifrige Bearbeitung hat endlich das ganze Gebiet der Aufnahme und Wirkung äußerer Reize bei Meerestieren gefunden, besonders gilt dies von jenen Organen, die nicht bloß der Reizaufnahme zu unbewußter Verwertung und Beantwortung dienen, sondern zunächst — ebenso wie bei den höheren Landtieren und beim Menschen — Sinnesempfindungen zu vermitteln scheinen. Bezüglich des *Lichtsinnes* ergab sich, daß die Lichter des Spektrums auf die gesamten *Wassertiere* mit einer ebensolchen graduellen Abstufung des Effektes einwirken, wie sie für das farbenfüchtige Auge beim Sehen in der Dämmerung oder für das von Geburt an total farbenblinde Auge des Menschen andauernd gilt. Der Schluß, daß die gesamten Wassertiere von den Fischen herunter überhaupt eines Farbensinnes entbehren und nur über die weiß-schwarze Empfindungsreihe verfügen, wird durch diese Feststellungen sehr nahe gerückt. Zunächst mag es ja uns, die wir die Farbenpracht mancher Meeresbewohner an der Luft oder unter einer dünnen Wasserschicht zu bewundern gewöhnt sind, recht verwunderlich erscheinen, daß den Trägern dieser bunten Kleider die Farben selbst verschlossen sein sollen. Doch wird unser Bedenken wesentlich abnehmen, wenn wir berücksichtigen, daß das Lebensmilieu dieser Tiere nicht alle Lichtarten gleichmäßig durchläßt, ja, daß schon bei mäßiger Dicke der trennenden Wasserschicht die roten und gelben Töne verlieren, während die grünen und blauen infolge der grünblauen Eigenfarbe des Wassers selbst länger unverändert bleiben. Man besehe sich nur einmal die in Luft so farbenprächtigen Fische eines Museums durch ein grünblaues Glas! Während wir bei solchen Untersuchungen an Tieren dazu gelan-



gen, diesen in einer gewissen Analogie zum Menschen Sinnesempfindungen zuzuschreiben, welche sie zu Handlungen verwerten, vermissen wir bei Pflanzen ein psychisches Zwischenglied zwischen *Reizaufnahme und Reizbeantwortung* und konstatieren nur ein zwangmäßiges maschinenartiges Reagieren auf äußere Reize.

*Aktuelle Bedeutung und Perspektive der Hydrophysiologie.* Konnte auch nur ein ganz kleiner Abschnitt aus der Arbeitsorganisation und den Arbeitsleistungen der Hydrophysiologie, speziell der Physiologie mariner Lebewesen, geboten werden, so dürfte das Gesagte genügen, um diesen erst seit kurzem entfalten und für unsere Zeit charakteristischen Forschungszweig als sehr aussichtsreich und zukunftsfreudig erscheinen zu lassen.

## Haben die Bienen einen Farben- und Formensinn? <sup>1)</sup>

Von Prof. Dr. H. v. Büttel-Reepen, Oldenburg.

Bienen und Blumen! Für den Wissenden liegt ein eigener Reiz in dieser kurzen Zusammenstellung, in der Zusammengehörigkeit der beiden Begriffe. Das weite, schimmernde, farbenprächtige Blütenmeer und die auf seinen Besuch angewiesene Insektenwelt, beides in gegenseitiger Anpassung im Laufe großer Zeiträume entwickelt und zu immer größerer Vollkommenheit herangereift!

In diese anscheinend so fest begründete Idee warfen einige Arbeiten von C. v. Heß (1909, 1912, 1913, 1914) starke Zweifel, insofern als von ihm unter Beibringung zahlreicher Beweise behauptet wurde, daß die Bienen keinen Farbensinn besäßen und die Farben nur nach *Helligkeitswerten* unterschieden. Die Bienen — dann auch alle Wirbellosen wie auch die Fische — sollen — nach Heß — farbenblind sein und sich hinsichtlich ihrer Sehqualitäten verhalten wie ein total farbenblinder Mensch, der alle Farben nur als ein Grau von verschiedener Helligkeit sieht.

Hiermit war ein neues Rätsel gegeben. Welchen Zweck hatten dann die leuchtenden Farben? Waren alle die bisherigen Annahmen (*Herm. Müller, Lubbock, Forel, Andreae, Kathariner, Büttel-Reepen, Detto, Lovell, Turner, Allard, S. O. Mast, v. Dobkiewicz* usw.), die ein wirkliches Farbensehen zur Voraussetzung hatten und als nachgewiesen ansahen, nur Täuschungen gewesen?

Karl v. Frisch (1912, 1913, 1913a) erhob gegen die v. Heßschen Experimente hierauf eine Reihe von Einwänden, die sich auf eine ganze Anzahl von Versuchen gründeten, die aber durch v. Heß als nicht beweisend angesehen wurden.

In einem vor Ausbruch des Krieges im Druck vorliegenden und inzwischen erschienenen Werk (*Büttel-Reepen 1915*) mußte ich mich ebenfalls gegen v. Heß erklären, einmal auf Grund von Er-

fahrungen in der Bienenbiologie, dann auf Grund der letztzitierten Arbeit von v. Frisch, insbesondere aber auch auf Grund der Experimente von *Friedr. W. Fröhlich* (1913, 1913 a, 1913 b), die mit Augen eines wirbellosen Tieres (Cephalopoden) angestellt wurden. Fröhlich konnte die sehr wichtige Tatsache konstatieren, daß beispielsweise die Farben Rot und Blau bei gleicher Lichtintensität ganz verschiedenartige Erregungen (Aktionsströme) im Auge verursachen, die sich in durchaus differenten Kurven manifestieren. Da — nach Fröhlich — das Nervensystem auf Reize verschiedener Intensität und Frequenz verschieden reagiert, so ist anzunehmen, daß diese verschiedenartigen „Prozesse als physiologischer Ausdruck eines Farbenunterscheidungsvermögens der Cephalopoden angesehen sind. Es kann sich dabei nicht bloß um eine Farbenunterscheidung handeln, welche nur auf einer Wahrnehmung von Helligkeiten beruht“. Wie die Tiere die Lichter verschiedener Wellenlänge wahrnehmen, kann natürlich weder durch die Fröhlichsche, noch durch die Heßsche Untersuchung festgestellt werden.

Sehen wir uns hieraufhin ein Heßsches Experiment an. Heß stellte folgendes fest: Bienen, die sich in einem planparallelen Glasgefäß befinden und die dem Hellen zuzustreben pflegen, laufen merkwürdigerweise der blau beleuchteten Seite zu und nicht der roten, obgleich diese uns viel heller erscheint. Sie benehmen sich hierin also genau wie ein total Farbenblinder, dem auch Blau heller erscheint als Rot. Wurde nun aber die rote Seite stärker beleuchtet, so eilten die Bienen dorthin. — Wir können aber nicht wissen, wenn schließlich die beiden Farben so abgestimmt werden, daß sie einem total Farbenblinden gleich erscheinen und er sie demgemäß miteinander verwechselt, ob diese Verwechslung auch den Bienen passiert, da möglicherweise auch bei den Bienen — wie bei den Cephalopoden — trotz gleicher Lichtintensität verschiedenartige Aktionsströme bewirkt werden, die differente Empfindungen auslösen. Wir können diese Ansicht hegen, selbst wenn wir sehen, daß die Bienen bei derartiger Abgestimmtheit sich gleichmäßig auf die beiden Farben verteilen, da der Lichtstrebungsdrang (*Heliotropismus*) sehr wohl gesondert von der Farbenempfindung auftreten könnte und tatsächlich nach meiner Überzeugung auftritt. Dieser Tropismus muß, so glaube ich, stets als eine ganz für sich auf eigenen Bahnen laufende Erregung aufgefaßt werden. In meiner erwähnten Schrift weise ich dann noch auf einige Fehlerquellen in der Heßschen Beweisführung hin.

Inzwischen ist eine weitere ausgezeichnete Arbeit von Karl v. Frisch (1914) erschienen, die eine Zusammenfassung seiner bisherigen Experimente und Beobachtungs-Protokolle mit 12 Abbildungen und 5 Tafeln darbietet. Es scheint mir, daß auch der letzte Zweifel an dem Vorhandensein eines Farbensinnes durch diese Ausführungen zum Schwinden gebracht wird. Ein Zweifel

<sup>1)</sup> Frisch, Karl von, Der Farbensinn und Formensinn der Biene. Jena, Gustav Fischer, 1914. 188 S., 12 Figuren und 5 Tafeln. Preis M. 13,—.

könnte sich vielleicht noch darauf gestützt haben, daß ein Wesensunterschied zwischen dem sehr hoch entwickelten Cephalopodenauge und dem ganz anders organisierten Insektenauge möglich wäre, trotzdem v. Heß sämtliche Wirbellosen und die Fische zu den Totalfarbenblinden rechnet, die Bienen also den Cephalopoden in dieser Hinsicht gleichgestellt werden. Aber die sehr sinnreich erdachten Experimente v. Frischs, seine Sorgfalt im Ausschließen von Fehlerquellen bestätigen das Vorhandensein eines Farbensinnes in eklatanter Weise. Dieser Befund ist auch für mich eine willkommene Bestätigung, da ich aus experimentellen und rein biologischen Gründen (1900, 1903, 1915) einen wirklichen Farbensinn als vorhanden angesehen und glatt damit gerechnet habe, wie so viele andere auch.

v. Frisch sagte sich, daß, wenn die Bienen in der Weise Totalfarbenblinder sehen sollen, so müßte es nicht möglich sein, sie auf eine bestimmte Farbe — sagen wir Blau — zu dressieren, wenn diese Farbe so zwischen eine fein abgestufte Serie aller Nuancen von Grau eingefügt wird, daß ein Totalfarbenblinder das Blau mit einem der Grau von bestimmter Helligkeit verwechselt. v. Frisch konnte nun aber zeigen, daß den Bienen eine solche Verwechslung nicht passiert, auch wenn sonstige Hinleitungs-Möglichkeiten zu der Dressurfarbe wie z. B. Geruchseinwirkungen ausgeschlossen werden. Eine Reihe möglicher und zum Teil erhobener Einwände weiß v. Frisch durch klar und gut angeordnete Experimente zu widerlegen, sie mögen in seiner Schrift nachgelesen werden.

Auch über die Beschaffenheit des Farbensinnes der Bienen hat uns v. Frisch sehr Interessantes mitzuteilen, doch scheint mir, daß hier noch eingehendere Experimente nötig sein werden, um wirklich die Farbensehweise der Bienen mit größerer Sicherheit beurteilen zu können. Es scheint — nach v. Frisch —, als ob für die Bienen alle Farben von einem dunkleren Rot durch die Gelbnuancen bis zu einem tiefen Grün „nicht wesentlich verschieden sind“. Mit Sicherheit unterscheiden die Bienen aber Blau, Gelb, Schwarz und Weiß; sie sollen aber Rot mit Schwarz und Blaugrün mit Grau, Orangerot mit Gelb und mit Grün, Blau mit Violett und Purpurrot verwechseln. Hiernach verhalten sich die Bienen fast genau wie die sog. Protanopen (rotgrünblinde Menschen).

Ich möchte hier auf folgende merkwürdige Erscheinung aufmerksam machen. Es ist eine alte Erfahrung, die vielfach in der Imkerliteratur herangezogen wird, daß die schwarze Farbe (schwarze Kleidung) die Bienen zum Stechen reizt. Es sind alle möglichen Erklärungsversuche gemacht worden, u. a. meinte ein Imker in der amerikanischen bienenwirtschaftlichen Zeitschrift „Gleanings in Bee-Culture“ (1913), die schwarze Farbe erzürne die Bienen, weil instinktive Erinnerungen auftauchen, an den Feind von jeher, nämlich den (schwarzen) Bären. Ich erwähne diese sonderbare Idee nur, um zu zeigen, daß es

sich nicht um eine der nicht so seltenen Massensuggestionen handelt, wie sie hin und wieder in der Imkerschaft eines Landes auftauchen, sondern daß hier offenbar recht weit verbreitete Erfahrungen vorliegen, denen nach eigenen Erlebnissen eine Berechtigung nicht abzusprechen ist. Vielleicht findet einer der jüngeren Herren Kollegen Muße, diese Angelegenheit experimentell klarzustellen. Falls hier wirklich die Farbe das Ausschlaggebende ist, was aber durchaus noch nicht als bewiesen angenommen werden darf, so wäre zu bedenken, daß ein wirkliches Schwarz in der Natur (Landschaft) nicht vorkommt. Man sollte also meinen, daß die Instinkte überhaupt nicht auf ein derartig Fremdes bei so primitiven Wesen eingestellt sein werden. Ob hier die durch v. Frisch angegebene Verwechslung von Rot und Schwarz Erklärungsmöglichkeiten bietet, vermag ich zurzeit nicht zu überschauen.

Gar nicht begründet erscheint mir die weit verbreitete Ansicht, daß die Bienen eine Lieblingsfarbe (Blau) haben. Es spricht das ganze biologische Verhalten der Bienen dagegen wie auch allgemeine Erwägungen. Ich habe diese Idee, die jetzt durch v. Frisch endgültig beseitigt sein dürfte, in meinen vielen Arbeiten über die Biene daher niemals erwähnt.

Andererseits ist der Formensinn der Bienen, wie oft betont, ein tatsächlich vorhandener, und Behandlungsweisen, die keine Rücksicht hierauf nehmen, führen zu Mißerfolgen oder Störungen. Auch hier setzt v. Frisch mit vortrefflichen Experimenten ein, die geeignet sind, auch den etwa noch Zweifelnden zu bekehren.

So möchte ich in dieser manches nur andeutenden Behandlung der Frage nach Farben- und Formensinn der Bienen zu weiterem Studium, soweit die rein experimentelle Seite in Frage kommt, angelegentlichst die ausgezeichnete Arbeit von v. Frisch empfehlen, die auch einige sehr feine und interessante Nebenergebnisse zutage fördert. Es liegt etwas sehr Wertvolles in diesen weit über den engeren Fachrahmen hinausreichenden Ergebnissen. Wir wissen jetzt wieder den harmonischen Einklang zwischen „Blumen und Bienen“ gewahrt und die störende Unruhe über ein Neues abseits einer gegenseitigen Fortentwicklung Liegendes, ist wieder beseitigt.

#### Literatur.

Buttel-Reepen, H. v., 1900, Sind die Bienen Reflexmaschinen? Leipzig, VI u. 82 S. Fast gleichlautend a. Biol. Centralbl. 20. Bd., Nr. 4—9, 1900, aber ohne alph. Register usw.

Buttel-Reepen, H. v., 1903, Die stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates sowie Beiträge zur Lebensweise der solitären und sozialen Bienen (Hummeln, Meliponinen usw.). Leipzig, 20 Abb., 2 Tab., XII u. 138 S.

Buttel-Reepen, H. v., 1915, Leben und Wesen der Bienen. XIV und 301 S., 60 Abb., 1 Tabelle. Braunschweig.

Frisch, K. v., 1912, Über Färbung und Farbensinn der Tiere. Sitz. Ges. Morph. Phys. München.

Frisch, K. v., 1913, Über den Farbensinn der Bie-

nen und die Blumenfarben. Münch. med. Wochenschr., Nr. 1.

Frisch, K. v., 1913a, Zur Frage nach dem Farbensinn der Tiere. Verhdl. Deutsch. Naturf. u. Ärzte. II. Wien. 4 S.

Frisch, K. v., 1914, Der Farbensinn und Formensinn der Biene. Sonderabdruck aus Zool. Jahrb., Abt. f. Zool. Bd. 35. Jena, Gussav Fischer, 188 S. Preis M. 13,—.

Fröhlich, Friedrich W., 1913, Vergleichende Untersuchungen über den Licht- und Farbensinn. Deutsche Med. Wochenschrift, Nr. 30, p. 1453—1456, 4 Textfig.

Fröhlich, Friedr. W., 1913a, Licht- und Farbensinn. Umschau, Nr. 43, p. 890—893, 3 Fig.

Fröhlich, Friedr. W., 1913b, Beiträge zur allgemeinen Physiologie der Sinnesorgane. Z. f. Sinnesphysiologie, Bd. 48 (cit. i. l.).

Heß, C. v., 1909, Untersuchungen über den Lichtsinn bei wirbellosen Tieren. Arch. f. Augenheilkunde, Bd. 64, Ergänzungsheft.

Heß, C. v., 1912, Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes. 45 Textfig., 3 Taf., 299 S. Jena. (Auch im Handbuch d. vergl. Physiologie, Bd. 4, von Hans Winterstein.)

Heß, C. v., 1913, Experimentelle Untersuchungen über den angeblichen Farbensinn der Bienen. Zool. Jahrb., Abt. Phys., Bd. 34, H. 1, p. 81—106, 5 Textfig.

Heß, C. v., 1914, Eine neue Methode zur Untersuchung des Lichtsinnes bei Krebsen. Arch. vergl. Ophthalmologie, Bd. IV, H. 1, Dez., p. 52—67, m. 6 Textfig. (behandelt auch Bienen).

## Die Sexualität der Pilze.

Von Dr. Hermann Sierp, Tübingen.

Die Frage nach der Sexualität der Pilze ist deshalb so wichtig, weil ihre Kenntnis allein uns hinreichende Auskunft über die phylogenetische Entwicklung in dieser so interessanten Gruppe des Pflanzenreichs zu geben vermag. Seitdem phylogenetische Fragen in den Vordergrund des Interesses gestellt sind, ist die Erforschung dieser Frage mit Eifer betrieben worden. Obwohl gar manches heute klargelegt ist, fehlt doch noch sehr viel und wir sind noch weit davon entfernt, die Entwicklung in dieser Gruppe zu verstehen. Als diese Zeitschrift noch im Gewande der „Naturwissenschaftlichen Rundschau“ erschien, wurde von Zeit zu Zeit über den Stand der Frage berichtet. Gerade in den letzten Jahren sind nun einige neuere Arbeiten erschienen, die weitere wertvolle Aufschlüsse gegeben haben, so daß es einmal wieder Zeit ist, das Geleistete zu übersehen.

Die geschlechtlichen Fortpflanzungsverhältnisse in der ersten Gruppe der eigentlichen Pilze, der *Phycomyceten* oder *Algenpilze*, sind in ihren Grundzügen seit langem bekannt. Diese Pilze verdienen, was diese angeht, mit vollem Recht ihren Namen Algenpilze, denn wir finden bei ihnen die gleichen Verhältnisse wie bei den grünen Algen wieder. Allgemein unterscheidet man die drei Gruppen *Chytridineen*, *Oomyceten* und *Zygomyceten*.

In den tiefstehendsten Formen der *Chytridineen*, *Pseudodiplidium* und *Olpidiopsis* treten bei der Bildung der Dauerspore Anhangszellen,

sogenannte „*Cellules adjacentes*“, auf, deren Inhalt vor der Sporenbildung in die Dauersporen entleert wird. Ob dies ein sexueller Prozeß sei, war eine offene Frage, die nunmehr von Barret (Ann. of Bot. 1912) bei *Olpidiopsis* entschieden ist. An einer Reihe von Mikrotomschnitten zeigt er, daß der Inhalt der Anhangszelle mit seinen zahlreichen Kernen in die Zelle, die zur Dauerspore wird, hinüber wandert, wo dann die Kerne miteinander verschmelzen. Wir haben hier also einen regelrechten oogamen Geschlechtsgang, der in seinen wesentlichen Zügen mit dem der Peronosporaceen und Saprolegniaceen übereinstimmt. Es fehlt hier noch der Befruchtungsschlauch, der für die Peronosporaceen und Saprolegniaceen charakteristisch ist. Während bei diesen Gattungen von den anfänglich vielen Kernen des Oogoniums ein Teil oder alle bis auf einen zugrunde gehen, bleiben hier alle Kerne noch erhalten. Diese Tatsachen sprechen dafür, daß vielleicht die Chytridineen die Ausgangsformen dieser Oomycetengruppe sind. Merkwürdig ist, daß die Anhangszellen und die Dauersporen nach Barrets Angaben ursprünglich nicht getrennte Einzelindividuen, sondern Teilprodukte eines Plasmakörpers sind. Es kann danach wohl nur das Oogonium dem Zoosporangium homolog gesetzt werden, während das Antheridium, die Anhangszelle, mit gutem Recht als eine Neubildung aufgefaßt werden kann.

Vielleicht gilt das gleiche auch für das Oogonium der *Monoblepharideen*, jener interessanten Gruppe, die noch bewegliche 3-Gametenzellen besitzt. Lagerheim (Bish. till K. Svenska Vet. Ak. Handlingar 1900) hat uns die Entstehung desselben beschrieben: Während die Zoosporangiummutterzelle wie die übrigen Zellen des Pilzes vielkernig ist, ist die Oogoniumzelle von Anfang an einkernig; es wandert bei der Anlage des Oogoniums ein Kern der Nachbarzelle in diese hinein und liefert den Eikern. Das Oogonium dürfte nach dieser Darlegung ebenso wie das Antheridium bei *Olpidiopsis* als eine Neubildung aufgefaßt werden, während hier das Antheridium mit vollem Recht dem Zoosporangium homolog gesetzt werden kann. Diese gemachten Beobachtungen dürften sehr für die Auffassung sprechen, daß die Monoblepharideen von den Oomyceten zu trennen und als eine selbständig entwickelte Gruppe aufzufassen sind, wie dies Lotoy in seiner Stammesgeschichte tut, die zudem bis jetzt von keiner tiefer stehenden Pilzgruppe abgeleitet werden kann.

Die Gruppe der *Zygomyceten* beansprucht unser besonderes Interesse. Ihre Fortpflanzungsweise ist die gleiche wie die gewisser Conjugaten. Zwei Hyphen wachsen aufeinander zu, ihre Spitzen trennen sich ab und liefern so die vielkernigen Gametenzellen, die dann zur Zygosporangium verschmelzen. Blakeslee (Proc. Am.

Acad. 1904) stellte nun fest, daß keineswegs alle Mycelien miteinander kopulieren, sondern daß bereits hier eine Trennung der Geschlechter zu konstatieren sei, daß nur dann die beiden Gametenzellen eine Zygospora zu bilden vermöchten, wenn die Hyphen von Mycelien herrührten, die entgegengesetzten Geschlechts wären, wenn also männliche und weibliche oder, wie *Blakeslee* vorsichtig sich ausdrückt,  $+$  - und  $-$  -Pflanzen zusammenkommen. Neben diesen rein männlichen und rein weiblichen Mycelien gibt es aber, wie *Blakeslee* in einer weiteren Arbeit (Ann. Myc. 1906) über *Phycomyces nitens* zeigte, auch sexuell undifferenzierte, sog. neutrale Mycelien. Diese letzten bilden mit geschlechtlich differenziertem Mycelium nicht zur Kopulation kommende, abortive Kopulationsäste, sog. Pseudophoren. Wurden die Sporen, die in den Sporangien eines solchen Mycels entstanden waren, ausgesät, so waren die aus ihnen entstandenen Mycelien z. T. wieder neutral, z. T. sexuell differenziert. Letztere blieben in der weiteren Generation konstant, während erstere weiter aufspalteten.

Eine Aufklärung dieser eigenen Verhältnisse und einen weiteren tiefen Einblick in das Wesen der Sexualität der *Mucorineen* und vielleicht der Pilze überhaupt hat uns vor kurzem *Burgeff* (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1912) gegeben. *Burgeff* vermutete, daß die neutrale Natur gewisser Mycelien daher rühre, daß es eine Mischung von  $+$  - und  $-$  -Energiden sei, daß also die geschlechtliche Differenzierung bereits in den Kernen läge. Diese Vermutung vermochte er durch äußerst geschickt ausgeführte Versuche zur Tatsache zu erheben. Es gelang ihm die mechanische Übertragung von kernhaltigem Plasma von  $+$  - Mycel in Plasma des  $-$  - Mycels und so ein neutrales Mycel synthetisch herzustellen, mit all den Eigenschaften, die ein solches besitzt, es bildete nun bei der Kopulation nur Pseudophoren und spaltete wie normales neutrales Mycel in den folgenden Generationen auf. Während bei den meisten *Mucorineen* die Geschlechtszellen ganz gleich aussehen, sind die Kerne vollkommen sexuell getrennt, und ob überhaupt ein Sexualakt eintritt, hängt einzig und allein von der Natur der Energiden ab. Es kann aber auch einer Differenzierung der Kerne eine solche der Geschlechtsorgane parallel gehen. In letzter Zeit ist von verschiedenen Forschern bei *Zygorhynchus* ein solcher Geschlechtsapparat beschrieben.

Die Frage nach der Geschlechtlichkeit der *Ascomyceten* ist lange Zeit hart umstritten gewesen. *De Bary* betonte als erster, daß nicht der einzelne Ascus, sondern die gesamte Ascusfrucht, also die Peri- und Apothecien durch einen Geschlechtsakt entstünden. Ein bei den einzelnen Pilzen sehr verschieden aussehendes weibliches Organ sollte von einem männlichen Hyphenzweig befruchtet werden und den Anfang der Ascusfrucht geben. Die Folge der Befruchtung sollte sein, daß aus dem Ascogon, so nannte *De Bary* das

befruchtete weibliche Organ, eine größere oder geringere Anzahl von sich mehr oder weniger verzweigenden Hyphen, die er ascogone Hyphen nannte, hervorwachse, die an ihren Enden ungeschlechtlich die Asci bildeten. Gegen diese Ansicht trat *Brefeld* auf, der jede Geschlechtlichkeit der *Ascomyceten* leugnete, der in dem Ascogon lediglich eine frühe Differenzierung der fertilen und sterilen Elemente sah.

Die Ansicht *Brefelds* war lange Zeit die allein geltende. Heute indes ist die Auffassung eine andere geworden. Neuere Untersuchungen haben die Richtigkeit der alten *De Barys*chen Ansicht dargetan, die die *Ascomyceten* für geschlechtlich sich vermehrende Pilze hält. Als man mit modernen Färbemethoden und moderner Schneidetechnik an die Untersuchung des Problems heranging, klärte sich manches auf, was bis dahin unklar bleiben mußte. *Harper* (Jahrb. f. wiss. Bot. 1896) stellte an Schnittserien, die mit dem Mikrotom hergestellt waren, fest, wie zunächst zwischen dem weiblichen und männlichen Geschlechtsorgan eine Öffnung entstehe, wie der männliche Kern durch diese Öffnung hindurch in das weibliche Organ wandere, um hier, wie er glaubte beobachtet zu haben, mit dem weiblichen Kern zu verschmelzen. *Harper* fand aber auch eine Tatsache bestätigt, die bereits vor seinen Untersuchungen von *Dangeard* (*Le Botanist* 1893) gemacht war. Dieser Forscher fand in den jungen Ascusanlagen aller Pilze, die er untersuchte, zwei Kerne, die hier zum primären Ascuskern verschmolzen. Diese Kernverschmelzung hielt *Dangeard* für den Sexualprozeß der *Ascomyceten*. Man hatte nun innerhalb eines Entwicklungsganges zwei Kernverschmelzungen, eine im Ascogon und eine im jungen Ascus. Diese so ganz allein im Pflanzen- und Tierreich dastehende Erscheinung mußte weitere Erklärung finden. Das Problem der Sexualität der *Ascomyceten* war nach diesen Arbeiten noch nicht endgültig gelöst.

Eine volle befriedigende Lösung dieser Frage wurde erst vor kurzem von *Claussen* (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1907 und Zeitschr. f. Bot. 1912) gegeben. Der Pilz, den er untersuchte, war *Pyronema confluens*, ein Pilz, der sich für diese Zwecke wegen seiner verhältnismäßig großen Fruchtanlagen besonders eignete. Auch *Claussen* beobachtete wie *Harper*, daß die männlichen Kerne in das Ascogon hinüberwanderten. Hier nun aber verschmelzen die Kerne nicht, sondern es legt sich immer nur ein männlicher Kern dicht an einen weiblichen. Diese Kerne wandern als Kernpaare in die alsbald entstehenden ascogonen Hyphen und teilen sich hier fortgesetzt konjugiert, so daß also jede Zelle einen Abkömmling des Kernes des Anthridiums und des Ascogons enthält. Erst bei der Anlage des jungen Ascus tritt die Verschmelzung der Kerne ein, wie dies bereits von *Dangeard* beobachtet worden war. Wir haben demnach bei den *Ascomyceten* nicht zwei Befruchtungsvorgänge innerhalb eines Entwicklungsganges, sondern nur

einen über ein längeres Entwicklungsstadium hinausgeschobenen Sexualakt. Die Kerne machen vor ihrer Vereinigung eine Verlobungszeit durch, wenn wir ein Bild gebrauchen wollen. Dies ist nach dieser grundlegenden Untersuchung das einzig Merkwürdige an dem Befruchtungsvorgang der Ascomyceten. Eine solche Verlobungszeit finden wir bei den Pilzen sehr verbreitet, man kann sagen, sie ist etwas Charakteristisches für die ganze Gruppe. Bei den Basidiomyceten werden wir sie finden, aber auch die Forscher, welche neuerdings die Befruchtungsvorgänge der Monoblepharideen, Peronosporaceen, Saprolegniaceen und Mucorineen untersucht haben, berichten, daß die männlichen Kerne nach dem Eintritt in das Oogonium nicht zugleich mit den Kernen dieses verschmelzen, sondern oft sogar lange unverschmolzen nebeneinander liegen bleiben. Bei den Ascomyceten liegt insofern ein Unterschied gegenüber den Phycomyceten, weil bei diesen die Kernpaare weitere konjugierte Teilungen erfahren, ehe sie zur Verschmelzung kommen.

Das von *Claussen* angegebene Verhalten der Kerne ist bis jetzt naturgemäß nur von einer kleinen Anzahl Formen festgestellt. Wiederholt widersprochen, und dies noch in allerjüngster Zeit (*Ann. of Bot.* 1913), sind seine Angaben von Miß *Fraser* und ihrer Schule, die nach wie vor an der doppelten Kernverschmelzung innerhalb des Entwicklungsganges festhält. Sie stützt ihre Behauptung hauptsächlich auf die Beobachtung der Kernverhältnisse im jungen Ascus. Bekanntlich finden wir im jungen Ascus fast regelmäßig drei Teilungen, die uns die fast bei allen Formen auftretende 8-Zahl der Sporen liefert. Mit den übrigen Forschern, die sich mit diesen Kernteilungen beschäftigt haben, stimmt sie darin überein, daß die erste dieser Teilungen eine Reduktionsteilung sei. Nun sollen aber nach ihren Angaben bei der dritten Teilung halb soviel Chromosomen vorliegen als bei der ersten, also diese auch eine zweite Reduktionsteilung sein, während *Claussen* bei allen drei Teilungen die gleiche Anzahl Chromosomen fand. Entsprechend der doppelten Reduktionsteilung muß sie naturgemäß an der doppelten Kernverschmelzung festhalten. Gegen ihre Angaben stehen indes nicht nur die Beobachtungen *Claussens*, sondern auch die anderer namhafter Forscher, wie *Harper* und *Guillermond*, so daß man, glaube ich, heute sagen darf, daß die Sexualität der Ascomyceten sich so verhält, wie *Claussen* sie geschildert hat.

Wenn somit die Sexualität der Ascomyceten in ihren Grundzügen klargelegt ist, so ist damit noch nicht die ganze Frage erschöpft. Die bis heute untersuchten Formen lassen erkennen, daß in den Einzelheiten des Befruchtungsvorganges große Mannigfaltigkeit herrschen kann. Fast jede neue gründliche Untersuchung deckt neue Verhältnisse auf. Hier mag nur der Formenkreis

erwähnt werden, der unter den Ascomyceten immer eine eigene Stellung eingenommen hat, der nach den vorliegenden Angaben eine Geschlechtlichkeit zeigen sollte, wie sie sonst nur bei den Flechten vorkommt. *Nienburg* (*Zeitschr. f. Bot.* 1914) verdanken wir eine gründliche Nachuntersuchung von *Polystichma nigrum*, eines Hauptvertreters dieser Gruppe. Nach *Stahls* Angaben, der bei der Flechtengruppe der *Collema*-ceen die Art der Fortpflanzung beschrieb, soll die Trichogyne, ein langer, gegliederter Zellfaden, der vom Ascogon mit seiner Spitze zur Oberfläche hinauswächst, das Empfängnisorgan für die männlichen Sexualzellen, die in besonderen Behältern, den Spermogonien, angelegt werden, sein. Die bei *Polystichma* auch auftretende Trichogyne hat sicherlich nicht diese Funktion. Es ist möglich, daß sie diese besessen und heute verloren hat. Der Fruchtanfang ist hier, wie bei den *Collema*-ceen, ein gewundener Faden, der sich aus teils einkernigen, teils mehrkernigen Zellen zusammensetzt. Von diesen Zellen ist, wie *Nienburg* zeigte, eine leicht in die Augen fallende einkernige das Ascogon und eine an diese anschließende, ebenso leicht erkennbare, mehrkernige das Antheridium. Einer der Antheridienkerne kommt in das Ascogon, und auch hier verschmelzen, wie *Nienburg* bestätigt, die Kerne nicht, sondern sie wandern als Kernpaare in die am Ascogon entstehenden ascogonen Hyphen, um erst bei der Anlage des jungen Ascus zu verschmelzen. Diese Resultate führten den Verfasser dazu, diese Pilze nicht, wie bisher, mit den *Collema*-ceen in Verbindung zu bringen, sondern er versucht ähnlich, wie *Claussen* *Pyronema* von den Oomyceten, *Polystichma* von den Monoblepharideen abzuleiten. Phylogenetische Spekulationen sind, wie gesagt, noch verfrüht, aber immerhin dürften diese Ausführungen dazu beitragen, mit der so oft zu lesenden Ansicht aufzuräumen, daß der Ursprung der Ascomyceten auf die Floriden hinweise.

Ältere und neuere Angaben lassen keinen Zweifel, daß es eine Anzahl Formen gibt, die nicht die bis jetzt geschilderte normale Sexualität besitzen, die eine mehr oder weniger reduzierte Geschlechtlichkeit erkennen lassen. Bei *Lachnea stercorea* findet Miß *Fraser* ein wohl ausgebildetes Ascogon und Antheridium, aber die Kerne des letzteren gehen zugrunde und gelangen nicht ins Ascogon. Bei *Humaria granulata* und *Ascobolus furfuraceus* wird nach Angaben derselben Verfasserin noch ein ausgeprägtes Ascogon, aber kein Antheridium mehr ausgebildet. Eine Zwischenstellung zwischen diesen Formen nimmt *Aspergillus* ein, wo man Ascogon und Trychogyn normal ausgebildet findet, während das Antheridium in der Reduktion begriffen ist. Nach älteren Angaben (z. B. *Oltmanns* 1887 und *Berlese* 1891) konnten auch bei *Chaetomium* und *Melanospora* wohl Ascogone, aber keine Antheridien gefunden werden. Solcher Beispiele ließen sich noch mehrere anführen. Trotz dieser äußeren Reduk-



tion der Geschlechtsorgane sollen, wie *Fraser* und ihre Schule bei den oben genannten Pilzen feststellen, die Kernverhältnisse genau die gleichen sein wie bei normalen Pilzen. Als männliche Kerne müßten hiernach Kerne des Ascogons fungieren. Als Formen ohne Geschlechtsorgane wurde von *Carruthers* *Helvella crispa* angegeben. Daß aber selbst bei diesen Formen nicht jede Sexualität verloren gegangen ist, dürfte daraus hervorgehen, daß auch hier die Asci durch Verschmelzung zweier Kerne entstehen. In den älteren Angaben finden wir sehr oft die Angabe, daß Geschlechtsorgane nicht gefunden seien. Nach dem Stand unserer Kenntnisse müssen wir sagen, daß es sicherlich unter den Ascomyceten Formen gibt, die keine Sexualorgane mehr besitzen, ob diese indes auch jede Spur von Sexualität verloren haben, kann nicht so ohne weiteres gesagt werden. Die heute genauer untersuchten Ascomyceten zeigen alle in der jungen Ascusanlage zwei Kerne, die verschmelzen. Dies gilt sogar für die Gruppe der *Hemiasci*. Die Frage, woher die beiden Kerne stammen, muß durch weitere Untersuchungen klargestellt werden. Es mag schon hier erwähnt werden, daß *Kniep* bei den höheren Basidiomyceten fand, daß hier die konjugierten Kernpaare durch Teilung eines Kerns entstanden. Sicherlich wird auch bei einer Reihe von Ascomyceten eine solche völlig reduzierte Sexualität vorliegen.

Über die Sexualität der Basidiomyceten, der letzten großen Pilzgruppe, sind wir nun auch dank einiger Arbeiten in ihren Grundzügen unterrichtet. Man kann sagen, daß hier noch mehr als bei den Ascomyceten das Bestreben vorherrscht, die Sexualität zu reduzieren. Bei den drei Klassen, den *Uredineen*, *Ustilagineen* und *eigentlichen Basidiomyceten*, hat diese Reduktion einen verschieden großen Grad erreicht. Eine noch vollständig normale Geschlechtlichkeit weist vielleicht keine der Klassen mehr auf, auch nicht die *Uredineen*, die sich am wenigsten von dem normalen Typ entfernt haben dürften.

Bei der Anlage der Aecidien tritt bei diesen ein Hymenium auf, dessen Zellen paarweise an ihrer Spitze kopulieren. Deszendenden der Kerne dieser beiden an ihrer Spitze in Verbindung getretenen Zellen wandern in die gemeinsame Spitze, die sich dann durch eine Zellwand abtrennt. Genau wie bei den Ascomyceten, verschmelzen auch hier die Kerne nicht. Die Aecidiosporen, das Mycel, welches aus ihnen hervorgeht, ja selbst die Uredosporen und das aus ihnen hervorgehende Mycel erweisen sich als zweikernig. Bei den Kernpaaren handelt es sich auch hier um männliche und weibliche Kerne, denn auch hier ist die Kernteilung so wie in den ascogenen Hyphen der Ascomyceten konjugiert. Erst bei der Bildung der Winterspore tritt die Verschmelzung der beiden Kerne ein. Der Zustand der Zweikernigkeit der Zellen zieht sich also bei diesen Pilzen über ein noch viel weiteres

Entwicklungsstadium hinaus. *Blackman* (Ann. of Bot. 1904 u. 1906) und *Lutman* (Trans. of the Wisc. Acad. 1910) haben uns noch verschiedene Modifikationen dieses Geschlechtvorganges geschildert und diese als verschiedene Stufen der Rückbildung des ursprünglichen Sexualaktes angesehen, bei dem die in den Spermogonien erzeugten Spermastien als männliche Sexualzellen funktioniert haben sollen. Ob diese Spekulation zu Recht besteht, muß die Zukunft zeigen.

Auch bei der Gruppe der *Ustilagineen* kann im einzelnen größere Mannigfaltigkeit in der Ausbildung des Sexualaktes herrschen, indes finden wir auch hier überall noch, daß die Kernpaare durch Verbindung zweier Zellen, also durch einen Kopulationsprozeß, zustandekommen. Bei den *Tilletieen* und einigen *Ustilago*-Arten kopulieren die am Promycel entstehenden Sporidien miteinander und der Kern der einen wandert, wie *Rawitscher* (Zeitschr. f. Bot. 1912 u. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1914) einwandfrei gezeigt hat, in die andere hinüber. Die Folge dieses Kernübertritts ist auch hier keine Verschmelzung, sondern nur eine Paarung. Die Kernpaare teilen sich konjugiert und liefern ein Mycel, dessen Zellen stets einen männlichen und weiblichen Kern besitzen. Erst bei der Anlage der Brandsporen verschmelzen die beiden Kerne. Bei anderen *Ustilago*-Arten kopulieren die Sporidien nicht, sondern es wächst bei diesen aus der Brandspore ein Mycel, in dessen Zellen die bekannten Schnallen auftreten. Bei diesen kommt die Zweikernigkeit des Mycels dann durch Überwandern des einen Kerns durch die Schnallen in die andere zustande. Bei *Ustilago Maydis* treten weder an dem aus der Brandspore hervorgehenden Mycel Sporidien auf, noch auch konnten in den Zellen die Schnallen beobachtet werden, durch welche eine Zweikernigkeit herbeigeführt werden könnte. Das ganze Mycel bleibt hier einkernig bis kurz vor der Bildung der Brandsporen, wo wir plötzlich zweikerniges Mycel finden. Die Kernpaare werden hier dadurch erreicht, daß die Wände zwischen zwei benachbarten Zellen sich auflösen. Wir sehen, daß die Kernpaare auf ganz verschiedene Art zustande kommen können, und daß die Zweikernigkeit innerhalb nah verwandter Formen bald über ein längeres, bald über ein kürzeres Entwicklungsstadium sich erstrecken kann. Bei allen diesen Pilzen dürften die zur Verschmelzung kommenden Kerne recht nah verwandt sein, sicherlich sind sie näher verwandt, als die Kerne in den jungen Aecidien der *Uredineen*. Das aus der Brandspore hervorwachsende Promycel besteht z. B. bei *Ustilago Carbo*, welcher Pilz zu den von *Rawitscher* untersuchten gehört, aus nur ganz wenig Zellen. Bei den *Tilletieen* wächst aus der Brandspore ein kleiner Schlauch hervor, der 10–16 Kerne enthält, die in die paarweise miteinander kopulierenden Sporidien gelangen. Demnach dürfte auch bei diesen die Verwandtschaft der Kerne

sehr nahe sein. Ja, bei *Ustilago Maydis*, wo die Zweikernigkeit durch Auflösen einer Zellwand zwischen zwei benachbarten Zellen entsteht, könnte sogar der Fall möglich sein, daß Schwesterkerne miteinander kopulieren.

Die weitgehendste Reduktion des Sexualaktes liegt bei den eigentlichen *Basidiomyceten* (Hymenomyceten, Polyporeen und Gastromyceten) vor. Schon lange ist bekannt, daß auch in dem Entwicklungsgang dieser Pilze eine Kernverschmelzung auftritt. Sie findet in der jungen Basidie statt. Woher die Kernpaare stammen, die dort verschmelzen, war unbekannt. Nunmehr hat aber *Kniep* (Zeitschr. f. Bot. 1913) es fertig gebracht, den Entwicklungsgang zweier Pilze von der Spore bis zur Fruchtentwicklung cytologisch zu verfolgen, und somit sind wir denn heute auch über die Sexualität dieser höchstentwickelten Pilze in ihren wesentlichsten Zügen unterrichtet.

*Hypochnus terrestris* ist der erste der beiden von *Kniep* untersuchten Pilze. Er gehört zu den niedrigstorganisierten Hymenomyceten und zeigt die einfachsten Verhältnisse, weshalb er zuerst besprochen werden mag. Fruchtkörper treten noch nicht auf, die kandelaberförmigen Basidienstände sind die Enden von Seitenzweigen, die zu mehreren von einem Hauptaste entspringen. Die beiden Kerne in der jungen Basidie verschmelzen und der Verschmelzungskern teilt sich alsbald wieder zweimal unter Reduktion der Chromosomen. Es entstehen so vier Kerne, die durch die unterdessen entstandenen Sterigmen in die junge Basidiospore wandern. Hier erfährt jeder Kern sofort wieder eine Teilung, so daß also die Basidiospore zweikernig ist. Das aus der Spore wachsende Mycel ist überall zweikernig, und die nähere Untersuchung hat gezeigt, daß auch hier die Vermehrung der Kerne durch konjugierte Teilung erfolgt, so daß die Paarung der Kerne im ganzen Mycel bis zur Basidienbildung erhalten bleibt.

Der zweite von *Kniep* untersuchte Pilz gehört zu den höchstorganisierten Hutpilzen, also zu den Pilzen mit regelrechter Fruchtkörperbildung; es handelt sich um eine *Coprinusart*. Es waren wohl schon vor *Kniep* bei Agariaceen, Polyporeen und Gastromyceten einige Versuche gemacht, das Dunkel, das über den Kernpaaren, die in der jungen Basidie auftreten, lag, zu lichten, aber keinem war es wie ihm geglückt, den ganzen Entwicklungsgang lückenlos von der Spore bis zur Fruchtentwicklung zu verfolgen und so uns befriedigende Antwort über die Herkunft der Paarkerne zu geben. Bei *Coprinus* wächst aus der Basidiospore ein Mycel, das teils einkernig, teils zweikernig gefunden wurde. Die ersten Anlagen der Fruchtkörper, die als besonders inhaltsreiche Zellen zu erkennen sind, sind stets zweikernig und entstehen als Seitenzweige von dem ein- oder mehrkernigen Mycel. Wie bei *Hypochnus* entstehen auch hier die Paarkerne durch Teilung eines Kernes. Wie immer bei Pil-

zen, wenn es sich um Paarkerne handelt, teilen sich diese Kerne konjugiert und verschmelzen in der jungen Basidie. Bei diesen höchstorganisierten Pilzen ist nach dem Gesagten also die Reduktion noch weiter vorgeschritten wie bei den Ustilagineen. Bei letzteren kopulierten doch noch regelmäßig zwei Zellen miteinander, und deshalb konnte man hier sicher von einem Geschlechtsakt sprechen. Hier ist jede Spur eines Geschlechtsorgans verloren gegangen. Aber daß auch die festgestellte Karyogamie als eine Sexualität anzusehen ist, dürfte die Betrachtung der gesamten Sexualität der höheren Pilze lehren. Wir vernahmen bei den Ascomyceten, daß auch hier bei vielen Formen nur eine sehr reduzierte Geschlechtlichkeit vorliege, und konnten zum Teil die Entwicklung von ganz normal fungierenden Sexualzellen bis zu der ganz reduzierten Geschlechtlichkeit, wo keine Spur von Geschlechtsorganen, wohl aber die Karyogamie im jungen Ascus festzustellen war, verfolgen. In der Gruppe der Basidiomyceten finden wir dieselbe Entwicklungsreihe wieder. Bei den Uredineen haben wir noch Geschlechtsorgane und Sexualkerne, die sehr entfernt miteinander verwandt sind. Die Verwandtschaft der Sexualkerne nimmt bei den Ustilagineen zu, und im gleichen Maße werden die Geschlechtsorgane reduziert. Schließlich, bei den höheren Basidiomyceten verschmelzen immer Schwesterkerne und damit verschwindet jede Spur eines Geschlechtsorgans; diese sind ja nun überflüssig und werden deshalb ganz beseitigt.

Wenn wir das Gesagte überblicken, so müssen wir sagen, daß gar vieles über die Frage nach der Sexualität der Pilze in den letzten Jahren klargelegt ist. Ein großer Schritt nach vorwärts ist getan. Aber gar vieles wartet noch der Arbeit. Hoffen wir, daß die Kenntnis wie in den letzten Jahren weiter fortschreitet! Dann wird bald die Frucht der Arbeit ein System der Pilze sein, das dem Stande unserer Wissenschaft genügt.

## Astronomische Mitteilungen.

Über die drahtlose Station auf dem Eiffelturm liegen im neuesten *Literarischen Beiblatt der Astronomischen Nachrichten* (Nr. 25) einige interessante Mitteilungen vor, nach denen die ersten Versuche mit drahtloser Telegraphie schon im Jahre 1903 auf dem Eiffelturm begonnen wurden. Vor Beginn des Weltkrieges diente jene Station außer militärischen auch allgemein wissenschaftlichen Zwecken, sowohl im Interesse des Weltzeitdienstes als auch für meteorologische Zwecke, besonders im Interesse der Luftfahrt. Damals wurden täglich zwei Signale für den gewöhnlichen öffentlichen Zeitdienst, zwei für den wissenschaftlichen Zeitdienst nebst astronomischer Längenbestimmung und zweimal täglich auch meteorologische Berichte gegeben. Die normale Welle geht jetzt schon bis auf 3,5 km, und bei günstiger Witterung beträgt die Reichweite, besonders nachts, 5000 km, am Tage 3000 km; gelegentlich ließen sich die funkentelegra-

phischen Zeitsignale des Eiffelturmes sogar bis zu 6200 km Abstand wahrnehmen.

**Neue Untersuchungen über die Energieverteilung im Sonnenspektrum** liegen von Prof. Schwarzschild und Prof. H. Rubens vor, die in den *Sitzungsberichten der Berliner Akademie der Wissenschaften* (1914, 702) veröffentlicht sind. Für kleine Wellenlängen, bis zu  $11\ \mu$ , hat der verstorbene amerikanische Astronom und Flugtechniker Langley die Energieverteilung im Sonnenspektrum nach Absorption des Lichtes in der Atmosphäre gemessen. Die von Langley angewandte Methode der Bolometermessungen versagte aber für größere Wellenlängen infolge der durch den atmosphärischen Wasserdampf bedingten Absorption. Von Schwarzschild und Rubens wurde nun die Quarzlinienmethode benutzt, die zur Untersuchung des Wellenbereiches zwischen 80 und  $600\ \mu$  ausreichte. Aus den Versuchen folgt, daß die im Bereiche jener Wellenlängen (80 bis  $600\ \mu$ ) herrschende Wärmestrahlung vom atmosphärischen Wasserdampf absorbiert wird.

**Über das von der Erde reflektierte Sonnenlicht** wurden interessante Untersuchungen von Tikhoff auf der Sternwarte Pulkowa bei Petersburg angestellt, die dafür das aschgraue Licht des Mondes benutzten. Bekanntlich entsteht jenes aschfarbene Mondlicht auf dem bei Sichelform des Mondes unbeleuchteten Teil der Mondscheibe, wie schon Leonardo da Vinci richtig erklärte, durch doppelte Reflexion des Sonnenlichtes, von der Erde nach unserem Trabanten und zurück vom Monde nach der Erde. Deshalb bietet das aschgraue Licht des Mondes ein bequemes Mittel zum Studium über die Spiegelung des Sonnenlichtes von der Erde aus. Zu diesem Zweck wurden auf ein und derselben farbenempfindlichen Platte die direkt beleuchtete Mondsichel und die im aschfarbenen Lichte mit Reflexion strahlende übrige Mondscheibe aufgenommen. Aus dem Verhältnis der Helligkeit des Sichellichtes zu demjenigen des aschfarbenen Lichtes der Mondscheibe läßt sich über die selektive Reflexionsfähigkeit der Erde ein Aufschluß gewinnen. Aus den in diesem Sinne bearbeiteten Messungen folgt nun, daß das von der Erde reflektierte Sonnenlicht hauptsächlich die Strahlen kurzer Wellenlängen enthält, woraus ein auch sonst bestätigter, ziemlich großer Wert für die Erdalbedo (Reflexionsfähigkeit der Erde) folgt.

**Über die Bahnbewegung des neunten Jupitermondes** liegen von dem Entdecker jenes Himmelskörpers, S. B. Nicholson, neue Berechnungen vor. Es ergab sich eine elliptische Bahn jenes Trabanten um den Hauptplaneten Jupiter mit Elementen, die denjenigen des achten Jupitermondes ähneln. Die Bewegung des neunten Trabanten ist dabei rückläufig und ihre Umlaufsperiode beträgt drei Jahre.

**Die Frage nach etwaigen transneptunischen Planeten** wird im neuesten Heft der Zeitschrift *Sirius* (Herausgeber: Dr. H. H. Kritzinger) in sehr interessanter Weise behandelt. Während es als ziemlich sicher gelten kann, daß kein intramerkurieller Planet, näher zur Sonne als Merkur, vorhanden sein dürfte, wofür auch die Beobachtungen bei der letzten totalen Sonnenfinsternis sprechen, ruht die neuere astronomische Forschung nicht in der Suche nach Planeten, die noch jenseits des bisher äußersten Neptun die Sonne umkreisen. Man muß annehmen, daß noch zwei solcher transneptunischen Planeten da sind. Da aber die Masse des bisher äußersten Planeten Neptun

nur ungenau bekannt ist, lassen sich aus den Störungen der Uranusbahn zunächst nur Fingerzeige für die Auffindung des ersten transneptunischen Planeten herleiten, der von Dr. Kritzinger vorläufig „Pluto“ genannt wird. Im Anschluß an Arbeiten von Lau, Kopenhagen, kommt Dr. Kritzinger im weiteren Verfolg der interessanten Frage zu dem Ergebnis, daß man im Jahre 1915 vielleicht mit Erfolg nach einem transneptunischen Planeten in den Sternbildern des „Schützen“ und „Steinbock“ suchen dürfte. Dies müßte natürlich zweckmäßig auf photographischem Wege geschehen.

A. Marcuse.

## Kleine Mitteilungen.

**Über den Einfluß des Druckes auf die Verbrennung explosiver Gas-Luft-Mischungen** haben E. Terres und F. Plenz interessante Versuche angestellt, über die sie im *Journal für Gasbeleuchtung* 1914, Nr. 47—50, berichten. Schon Davy hat vor fast 100 Jahren bei seinen „Untersuchungen über die Flamme“ gefunden, daß es Explosionsgrenzen gibt, und diese Beobachtung wurde in der Folge von zahlreichen anderen Forschern bei sämtlichen brennbaren Gasen bestätigt. Wir wissen heute, daß für jedes Gas eine untere und eine obere Explosionsgrenze besteht, und diese Tatsache läßt sich mit Hilfe der physikalischen Chemie leicht erklären. Zur Bestimmung des Explosionsbereiches eines Gas-Luft-Gemisches bestehen zwei Methoden; die eine von diesen beruht auf der Bestimmung der Entzündungsgeschwindigkeit, und die zweite auf der Herstellung von Gas-Luft-Gemischen, die eben noch bzw. eben nicht mehr zur Entzündung gebracht werden können. Obwohl über die Explosionsgrenzen von Gas-Luft-Gemischen zahlreiche Untersuchungen vorhanden sind, liegen bisher über den Einfluß des Druckes auf die Explosionsgrenzen keinerlei zusammenfassende Arbeiten vor. Gerade diese Beziehung ist aber für die Praxis und in erster Linie für die Motorentchnik von großer Bedeutung. Wegen der Kompliziertheit der im Zylinder eines Explosionsmotors vor sich gehenden Reaktionen haben Verfasser ihre Untersuchungen nur mit wohldefinierten Gasen, bei denen eindeutige Verbrennungsprodukte zu erwarten waren, angestellt, und zwar mit Wasserstoff, Kohlenoxyd und Methan. Neben der Bestimmung der Explosionsgrenzen legten sie dabei auch besonderen Wert auf die Untersuchung der Reaktionsprodukte. Durch Vorversuche mit einer Kröckerschen Bombe stellten Verfasser die Art der Zündung und die geeignetste Größe des Gefäßes fest. Hieran schlossen sich Versuche über den Einfluß des Druckes bei Wasserstoff-, Kohlenoxyd- und Methan-Luft-Gemischen, jedesmal an der unteren und oberen Grenze, während Temperatur und Zündung konstant blieben. Bei einer weiteren Reihe von Versuchen wurde die Anfangstemperatur verändert und schließlich folgten noch einige Versuche über die Zündung.

Nachdem sich schon bei den Vorversuchen bei geringer Steigerung des Anfangsdruckes eine deutliche Verschiebung der Explosionsgrenzen ergeben hatte, wurden die Hauptversuche auf das verhältnismäßig kleine Druckintervall von 1—10 at beschränkt. Als Explosionsgefäß diente ein dreizölliges schmiedeeisernes Gasrohr, das oben und unten mit Kappen verschlossen war. Die obere Kappe trug neben den beiden Zündpolen die Zu- und Ableitungsrohre für die Gasgemische sowie einen Druckindikator. Der Inhalt die-

ses Gefäßes betrug fast 2 l. Zur Herstellung des Anfangsdruckes wurde das in einem Gasbehälter hergestellte Gemisch mit einer Pumpe bis zu dem gewünschten Druck in das Explosionsgefäß komprimiert. Die Zündung erfolgte durch den Induktionsfunken. Die einzelnen Versuchsergebnisse sind im Original durch Tabellen und Kurvenbilder veranschaulicht, worauf hier nur verwiesen werden kann. Als wichtigstes Ergebnis wurde gefunden, daß die Steigerung des Anfangsdruckes den Explosionsbereich je nach der Natur der Gase mehr oder weniger verengt. Besonders stark war dies beim Kohlenoxyd der Fall, in geringerem Maße beim Wasserstoff, während das Methan bei der oberen Explosionsgrenze hiervon eine Ausnahme macht. Weiter zeigte sich, daß der Begriff Explosionsgrenze infolge auftretender Teilverbrennungen nicht scharf zu definieren ist. Derartige Teilverbrennungen wurden beim Kohlenoxyd sowohl bei der unteren wie bei der oberen Explosionsgrenze beobachtet, beim Wasserstoff und Methan jedoch nur an der unteren Grenze. Auch durch die Änderung der Anfangstemperatur sowie durch Art und Ort der Zündung werden die Verbrennungsvorgänge merklich beeinflusst. S.

Die in der elektrischen Meßtechnik bekannte Methode der Wheatstoneschen Brücke ist bei Benutzung von *Gleichstrom* die wichtigste Methode zur Messung elektrischer Widerstände. Auch zur Abgleichung von Wechselstromwiderständen ist sie zu gebrauchen, doch treten Schwierigkeiten auf, sobald man die Wechselzahl des die Brücke speisenden Wechselstroms erhöht. Diese Schwierigkeiten werden dann besonders groß, wenn man in das Gebiet der Hochfrequenz hineingeht, wenn man also die Methode der Meßtechnik der drahtlosen Telegraphie nutzbar machen will. Das liegt daran, daß bei hohen Frequenzen die Einwirkung der Selbstinduktion und Kapazität der Zuleitungen so groß wird, daß sie nicht unberücksichtigt bleiben kann. Auch kommen Kapazitätswirkungen der einzelnen Schaltungselemente gegeneinander störend zur Wirkung. In einer Arbeit von *Kaposi* (W. *Kaposi*: **Über die Messung kleiner Verluste in Hochfrequenzkreisen**. Dissert. Darmstadt 1914) sind Messungen mitgeteilt, bei denen es sich darum handelte, die Güte verschiedener Dielektrika zu prüfen, d. h. den Verlust zu bestimmen, den Kondensatoren mit diesen Dielektrika bei Belastung mit Hochfrequenzstrom aufweisen. Die Abgleichung von vier Kondensatoren, von denen der eine der unbekannte ist, geschah in der Weise, daß zwei vollkommen gleich gewählt wurden und der vierte verändert wurde. Dabei war aber eine für eine quantitative Messung brauchbare Abgleichung in der Wheatstoneschen Brücke nur dann möglich, wenn die ganze Anordnung *vollkommen* symmetrisch aufgebaut wurde. Durch Vorschaltung eines bekannten, selbstinduktions- und kapazitätsfreien Widerstandes vor den Vergleichskondensator wurde die Einwirkung des Verlustwiderstandes für die Messung kompensiert und in der Größe dieses Vergleichswiderstandes ein Maß für die Größe des Verlustes gewonnen. Es sind nach dieser Methode die Verluste für die Dielektrika: Hartgummi, Glimmer und zwei Pertinaxsorten bestimmt; doch sollen die Meßresultate nicht den Anspruch erheben, als erschöpfende Materialuntersuchungen zu gelten, sondern nur die Brauchbarkeit der Methode für Hochfrequenzmessungen zeigen. P. Lg.

## Zeitschriftenschau.

### Archiv für Elektrotechnik, Bd. III, Heft 5.

*Zusätzliche Kupferverluste bei Wechselstrommaschinen*; von F. Hillebrand. Nach Rogowski geht der Wechselstromwiderstand einer Maschinenwicklung mit wachsendem Kupfergewicht im allgemeinen durch ein deutliches Minimum hindurch. Rücksichten auf zu hohe Stromdichte im Großmaschinenbau erfordern aber öfters ein Arbeiten oberhalb des Minimums. Hillebrand bespricht, zu welchen Hilfsmitteln man dann greift: zu Litzen und „verschränkten“ Stäben. Litzen müssen bisweilen parallel geschaltet werden, und zwar unter besonderer Vorsicht, wenn nicht trotzdem noch starke Verluste entstehen sollen. Die verschränkten Stäbe können angesehen werden als eine den Bedürfnissen der Großindustrie angepaßte „ideal verdrillte“ Litze.

*Gemeinschaftliches Feld und Streufeld*; von W. Rogowski. Die Definitionen des primären und sekundären Streuungsanteils leiden an einer gewissen Willkür. Rogowski untersucht, ob die üblichen Festsetzungen die besten sind. Bei konzentrierten Wicklungen sagt die übliche Festsetzung nur aus: einige Kraftlinien sind mit sämtlichen primären und sekundären Windungen verkettet, einige nur mit den primären und der Rest der Kraftlinien nur mit den sekundären. Hier ist daher die übliche Festsetzung unmittelbar geboten. Aber sie ist es auch bei verteilten Wicklungen, wenn man eine auf den Fall konzentrierter Wicklungen zugeschnittene Transformatortheorie Wort für Wort auf den Fall verteilter Wicklungen übertragen will.

### Meteorologische Zeitschrift; Januar 1915.

*Einige Ergebnisse unserer höchsten Niederschlags-sammler im Firngebiet*; von J. Maurer. Sie bringen die Niederschlagsmengen des ersten Beobachtungsjahres 1913/14 aus der Firn- und Gletscherregion des Jungfrau-, Aletsch- und Rhonegletschers in Höhen von 2800 bis 3500 m überm Meer, nach einer neuen Methode mit großen, windgeschützten Niederschlagssammlern gewonnen, die nur einmal im Jahr abgefüllt werden. Die Verdunstung ist durch geeignete Vorkehrungen völlig eliminiert. Verglichen mit tieferen Stationen, ist das Niederschlagsmaximum über der Firngrenze gelegen.

*Der wolkenfreie Raum an der Erdoberfläche*; von R. Wenger. Ein Versuch, die Erscheinung zu erklären, daß auch bei feuchter Witterung die untersten Luftschichten von Wolken meist freibleiben. Es wird auf Laboratoriumsversuche hingewiesen, aus denen hervorgeht, daß Luft auch bei anhaltender Berührung mit Wasser die völlige Sättigung nicht erreicht. Damit Kondensation erfolge, müssen äußere Einflüsse hinzutreten, als deren mächtigster die Vertikalbewegung zu gelten hat. Darin, daß diese an der Erdoberfläche aufhören muß, ist also die eigentliche Erklärung für die Erscheinung zu suchen.

*Der Kugelblitz*; von L. Weber. Verf. berichtet über einen von Stadtschulrat Kuhlitz in einer Glasveranda eines Harzer Hotels beobachteten Kugelblitz. Nach den unmittelbaren Beobachtungen wäre derselbe durch die völlig geschlossene Außenwand eingedrungen. Wahrscheinlicher ist die Annahme, daß der Ausgangspunkt in den Lichtleitungsdrähten der Veranda zu suchen ist.

*Das Crookesche Radiometer in der meteorologischen Praxis*; von J. Maurer. Es zeigt die Anwendung der allbekannten Lichtmühle bei verschiedenen, die praktische Meteorologie interessierenden Fragen über die Stärke der allgemeinen Himmelsstrahlung, soweit letztere auch den gewöhnlichen meteorologischen Beobachter in einer Reihe von demonstrierten Fällen näher berührt.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY  
RECEIVED  
JUL 15 1915  
U. S. Department of Agriculture

Heft 8.

19. Februar 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Der gegenwärtige Stand der Länderkunde. Von  
*Prof. Dr. Karl Sapper, Straßburg i. E.* S. 89.

Neue Ergebnisse der Stärkechemie. Von *Privat-  
dozent Dr. Hans Pringsheim, Berlin.* S. 95.

Besprechungen:

*Grabau, Amadeus W., Principles of Stratigraphy.*  
S. 99.

*Dölter, C., Handbuch der Mineralchemie.* S. 100.

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

Soeben erschien:

## **Englische Weltpolitik in englischer Beleuchtung**

Von

**Ferdinand Tönnies**

ord. Professor der Staatswissenschaften der Universität Kiel

Preis M. 1.—

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**



## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 8 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 8, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

# Die neuere Entwicklung im Schiffsmaschinenbau

Von

Ingenieur W. Kaemmerer

Mit 148 Textfiguren

Preis M. 3.—

(Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1914)

Vor kurzem erschien:

# Die Stellung der deutschen Maschinenindustrie im deutschen Wirtschaftsleben und auf dem Weltmarkte

Im Auftrage des Vereins deutscher  
Maschinenbau-Anstalten Düsseldorf

Von

Dipl.-Ing. Fr. Frölich

Mit 14 Textfiguren, 13 Zahlentafeln und 4 Tafeln

Preis M. 3.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Erster Jahrgang.

19. Februar 1915.

Heft 8.

## Der gegenwärtige Stand der Länderkunde.

Von Prof. Dr. Karl Sapper, Straßburg i. E.

Während in den Fragen der allgemeinen Erdkunde noch vielfach ein Ringen der Geister stattfindet und manche Probleme erst zögernd und unsicher in Angriff genommen sind, bietet der heutige Stand der Länderkunde entschieden ein zufriedenstellenderes Bild. Wohl harren auch hier noch zahllose Fragen der Beantwortung, aber man kennt doch den weitaus größten Teil der festen Erdoberfläche wenigstens insoweit, daß man über Ausdehnung und Lage derselben bereits ziemlich gut orientiert ist; bei der Mehrzahl der Länder sind auch schon die Grundzüge des geologischen Aufbaues, der Oberflächengestaltung, des Klimas und der hydrographischen Verhältnisse, der Besiedelung oder Besiedlungsfähigkeit und anderer geographisch wichtiger Momente bekannt<sup>1)</sup>; ja bei nicht wenigen ist sogar schon die Frage nach der Ursächlichkeit der Erscheinungen, welche die neuere Länderkunde vor der älteren auszeichnet, bis zu einem weitgehenden Maße beantwortet und von Jahr zu Jahr mehrt sich die Fläche der systematisch aufgenommenen und in großem Maßstab kartographisch dargestellten Länder. Immer mehr aber schrumpfen die Landgebiete ein, über die wir nur notdürftige Auskunft geben können, oder von denen wir noch nicht einmal Begrenzung und Ausdehnung kennen.

### I. Ausdehnung und Grenzen des festen Landes.

Da die feste Erdoberfläche der natürliche Wohnort des Menschen ist, so war schon lange vor dem Beginn einer wissenschaftlichen Erdkunde die Frage nach der Ausdehnung, Lage und Begrenzung derselben erörtert worden, eine Frage, die je nach dem Volk, das sie zu beantworten suchte, sehr verschieden ausfiel. Bei manchem Inselvolk reichte das geographische Gesichtsfeld nicht über den Bereich der betreffenden Insel oder Inselgruppe hinaus, während manche festländische Völker der älteren Zeiten schon frühzeitig Tausende von Kilometern zu überblicken vermochten, namentlich in Fällen großer politischer Macht oder starken Handelsgeistes. Das größte geographische Gesichtsfeld erlangten in alter Zeit zweifellos die Schöpfer der erdkundlichen Wissenschaft, die alten Griechen und deren

Nachfolger, die Römer: Kurz nach Beginn der christlichen Zeitrechnung vermochten sie bereits die ganze Breite der östlichen Kontinentalmassen zu überschauen; aber sie blieben über die nördlichen und südlichen Grenzen derselben noch ganz im unklaren und damit auch über die Ausdehnung dieser Landflächen überhaupt. *Ptolemäus* dachte (im 2. Jahrhundert n. Chr.) an eine Landverbindung zwischen dem südlichen Afrika und dem südöstlichen Asien, die den Indischen Ozean zu einem geschlossenen Meere gemacht hätte. Aus dieser irrümlichen Anschauung erwuchs in der Folge die Annahme eines gewaltigen *Südlandes*, das in der Geschichte der Entdeckungen eine große Rolle zu spielen berufen war.

Die aus religiösen, politischen oder ökonomischen Beweggründen unternommenen Seefahrten des *Mittelalters* brachten ruckweise und in unsicheren, zum Teil nicht dauernden Strichen neue Länder zur Kenntnis des Abendlandes. Die großen *Entdeckungsfahrten* der beginnenden *Neuzeit* aber haben der europäischen Menschheit den dauernden Gewinn einer sicheren Kenntnis des Festlandes der westlichen Erdhälfte und des größten Ozeans der Erde gebracht. Die Portugiesen fanden am Ende des 15. Jahrhunderts den südöstlichen, die Spanier am Anfang des 16. Jahrhunderts den südwestlichen Seeweg nach den asiatischen Kulturländern und legten damit zugleich — unter Zurückdrängung des hypothetischen Südlandes — die Südgrenzen der Kontinentalmassen der alten und der neuen Welt fest. Die später einsetzenden Versuche verschiedener europäischer Völker, vor allem aber der Engländer und Holländer, eine nordwestliche und nordöstliche Durchfahrt nach Ostasien zu finden, führten zur Kenntnis vieler Gestade der nördlichen Polarländer und brachten so großen geographischen Gewinn; aber erst im 18. Jahrhundert lehrte der in russischen Diensten stehende Däne *Bering* die Trennung der westlichen und östlichen Landmassen wirklich kennen und erst vor kurzem sind die beiden Probleme selbst wirklich vollständig gelöst worden.

Um die Mitte des 17. Jahrhunderts trennte *Abel Tasman's* große Entdeckungsreise ein ausgedehntes Landgebiet, einen neuen Kontinent, von dem vermuteten Südländ des *Ptolemäus* ab: *Neuholland*, später in Erinnerung an alte Anschauungen Australien genannt. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts aber vermochte *J. Cook* zunächst auf seiner ersten Reise Neuseeland vom „Südländ“ loszulösen und auf seiner zweiten Reise festzustellen, daß dasselbe auf hohe Breiten mit eisigkaltem Klima beschränkt, also für

<sup>1)</sup> Um den Umfang dieses Artikels nicht allzusehr anschwellen zu lassen, soll von diesen Dingen nicht eingehender gesprochen werden, vielmehr vorzugsweise der Stand der topographischen Kenntnisse skizziert werden.

menschliche Besiedelung völlig ungeeignet sein müsse. Eine Reihe von Entdeckungsfahrten verschiedener Nationen im 19. und 20. Jahrhundert hat zwar auf gewissen Strecken die Ausdehnung dieses Kontinents erkennen lassen, aber weithin fehlt auch jetzt noch immer jede Kenntnis des Küstenverlaufs, so daß die Schätzungen über den Flächeninhalt der Antarktis noch immer ganz erheblich schwanken. Im Nordpolargebiet, wo um den Pol herum sich tiefe Meere ausdehnen, sind zwar ebenfalls noch ansehnliche Flächen völlig unerforscht; aber man darf mit guten Gründen annehmen, daß der Flächeninhalt der noch unbekannten Inseln nicht allzu groß sein kann. Es darf daher als sicher gelten, daß wir gegenwärtig die Gesamtausdehnung des festen Landes der Erde bis auf einen möglichen Fehler von wenigen Prozenten kennen. Die noch bestehende Unsicherheit bezieht sich fast ganz auf die Landflächen der Polarkalotten, wo ein verkehrsfeindliches Meer mit seinen geschlossenen Eisflächen, seinem Pack- und Treibeis, seinen Eisbergen und anderen Schwierigkeiten das Eindringen des Menschen zeitweise unmöglich macht, zu anderen Zeiten wenigstens sehr erschwert. In den mittleren und niedrigen Breiten ist das Meer dagegen allezeit befahrbar; wenn es auch Gefahren genug bietet, so ist es nun doch seit Jahrhunderten in seiner ganzen Ausdehnung befahren worden und die Maschen der sich schneidenden Seefahrtslinien sind allmählich so enge geworden, daß nur noch kleine Landflächen unserer Kenntnis ganz entgangen sein können; auch ist der Küstenverlauf bei den meisten Landgebieten schon recht gut bekannt. Wir dürfen also annehmen, daß der mögliche Fehler unserer Landoberflächenangaben der mittleren und niedrigen Breiten nur einen geringen Bruchteil eines Prozents ausmachen kann. Wir sind deshalb sehr wohl berechtigt, unsere Kenntnis über Ausdehnung, Lage und Grenzen der Landflächen in den warmen und gemäßigten Gebieten der Erde als zufriedenstellend zu bezeichnen.

## II. Das Landesinnere.

Weit weniger zufriedenstellend ist unsere Kenntnis des Landesinnern. Wo immer neues Land entdeckt wird (oder wurde), pflegt das erste Ziel die Feststellung der Lage, des Verlaufs und der Beschaffenheit der Küste zu sein; erst später schließen sich gewöhnlich Vorstöße ins Innere an, um damit eine annähernde Kenntnis der geographisch wichtigen Momente anzubahnen, noch später werden Durchquerungen versucht und in einer 4. Etappe die Durchquerungslinien im Innern der Länder geschnitten. Ein allmählich dichter werdendes Maschenwerk von Aufnahmelinien, die mit primitiven Mitteln gewonnen wurden, gibt dann ein erstes Übersichtsbild des gesamten Landesinnern, bis zuletzt dazu geschritten werden kann, systematisch ein sorgfältig angelegtes Triangulationsnetz über

das Land auszubreiten und mit allen Mitteln der modernen Vermessungstechnik Oberflächengestaltung, Hydrographie und sonstige Verhältnisse zu erforschen und kartographisch festzulegen; geologisch-agronomische Landesaufnahmen, floristische, faunistische, ethnographische, demographische und andere Untersuchungen schließen sich an, während zugleich die bewohnbaren Landgebiete in die moderne Weltwirtschaft und den modernen Weltverkehr einbezogen werden.

Klimatische Gründe sind es in letzter Linie gewesen, die bewirkt haben, daß die sorgfältig durchforschten Länder in der Hauptsache in der gemäßigten Zone liegen, während die Gebiete der Polarkalotten noch weithin unbekannt sind, die Länder der heißen Zone dagegen hinsichtlich der geographischen Bekanntheit zumeist zwischen beiden Extremen liegen.

Es ist schon oben darauf hingewiesen worden, daß Neuland von größerer Ausdehnung nur noch in den hohen Breiten gefunden werden kann.

Im nördlichen Polargebiet hatten die wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Expeditionen der letzten Jahrhunderte in langsamem zähem Vordringen zwar das unbekannte Gebiet mehr und mehr verkleinert, aber erst *Frithjof Nansens* genial durchgeführter Driftfahrt mit der eigens dafür erbauten *Fram* war es 1893—1896 gelungen, durch dies unbekannte Gebiet hindurchzustoßen und ein so helles Licht über die Natur der betreffenden Erdräume zu verbreiten, daß die 1909 gelungene Erreichung des Nordpols durch *Peary* keinerlei überraschende Entdeckungen mehr zu bringen vermochte. Immerhin hat diese Expedition *Pearys* einen tiefen Einschnitt in die unbekannten Erdfächen westlich von *Nansens* Durchquerungslinie gemacht und damit die *Terra incognita* des Nordens nicht unwesentlich verkleinert. Von der großangelegten kanadischen Nordpolexpedition unter *Stephenson* darf man trotz des Verlustes des Expeditionsschiffes *Karluk* (infolge Eispressung am 11. Januar 1914) immerhin noch neue geographische Entdeckungen erhoffen; aber die Idee einer neuen, unter *Hera*nziehung aller modernen Hilfsmittel der Forschung und der Nachrichtenvermittlung durchzuführen den Driftfahrt mit der *Fram* unter *Amundsens* Leitung ist wegen des gegenwärtigen Völkriegs aufgegeben oder verschoben worden.

Die kleinere Fläche arktischer *Terra incognita* östlich von *Nansens* Route ist neuerdings durch den russischen Forscher *Wilkijzki* wesentlich eingeengt worden, indem es demselben gelang, nördlich vom Kap *Tscheljuskin* eine langgestreckte neue Insel (*Zar Nicolaus' II. Land*) zu entdecken. Die Tiefseeeatur des nördlichen Eismees und die bisherigen Entdeckungsreisen machen es zweifellos, daß in der nördlichen Polarkalotte zwar noch weitere Inseln, aber keine Landflächen von kontinentaler Größe mehr vorhanden sein können.

Die große Mehrzahl der arktischen Inseln ist

bisher nur wenig bekannt. Eine Ausnahme macht der in den modernen Touristenverkehr einbezogene Archipel *Spitzbergen*, von dem nicht nur gute geologische Aufnahmen, sondern für einzelne Teile selbst sorgfältige, auf trigonometrischer Vermessung beruhende Karten in ziemlich großem Maßstab vorliegen. Die verhältnismäßig gründliche Durchforschung des klimatisch sehr begünstigten Gebiets hat auch bereits zu einer technischen Ausbeutung der mineralischen Reichtümer und zur Entstehung dauernder Europäerniederlassungen geführt. Im Sommer 1914 dürfte die Zahl der Arbeiter in den Kohlen- und Marmorbetrieben bereits 1000 überschritten haben.

Noch besser bekannt ist die große subarktische Insel *Island*, deren herbe Natur mit ihrer gewaltigen Gletscher- und Vulkanwelt seit langem ebenso sehr die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gelenkt hat, wie das urwüchsige Volk des seltsamen Landes durch seine Sitten und Gebräuche, seine altertümliche Sprache und reiche Literatur Volkskundige, Sprachforscher und Literaturfreunde anzuziehen vermochte.

Wohl sind auch auf dieser großen Insel ausgedehnte Binnengebiete noch sehr wenig bekannt, aber die allein bewohnten Randgebiete werden seit einer Reihe von Jahren von Offizieren des dänischen Generalstabs aufgenommen und schon ist eine große Zahl prächtiger Kartenblätter im Maßstab 1 : 50 000 erschienen, die Island in die Reihe der Länder mit moderner Landesaufnahme eingerückt haben. Viele Expeditionen aber haben in den letzten Jahrzehnten die geologischen, floristischen und sonstigen Verhältnisse des Binnenlandes besser kennen gelehrt.

Von kontinentartiger Größe ist von der gesamten arktischen Inselwelt nur eine einzige Insel: *Grönland*. Dieses Land war schon im Mittelalter von Normannen entdeckt und besiedelt gewesen, dann aber verschollen, bis es *Frobisher* im 16. Jahrhundert wiederentdeckte. Glaubens-eifrige Dänen kolonisierten im 18. Jahrhundert die eisfreien Küstengebiete. Im Laufe des letzten halben Jahrhunderts ist durch Expeditionen verschiedener Nationen allmählich der Küstenverlauf ziemlich gut bekannt geworden; über die Beschaffenheit des Innern mit seiner alles beherrschenden Eisbedeckung hatte — nach *Nordenskjölds* erstem Vorstoß 1883 — zuerst *Fr. Nansens* kühne Durchquerung der Südhälfte im Jahre 1888 ein klares Bild gegeben; es ist das Bild einer eiszeitlichen Landschaft: ungeheure Eismassen überdecken in riesenhafter ganz flacher Wölbung das ganze Land und lassen nur die Spitzen der höchsten Erhebungen noch als Inseln (*Nunataker*) hervorragen. Diese gewaltigen Eismassen sind in sehr langen Zeiträumen durch allmähliche Umwandlung gefallenem Schnee und angesammelten Reifs entstanden; ihre Mächtigkeit ist vielfach so groß, daß die Fließbewegung der Massen nicht mehr

von der Beschaffenheit des darunter liegenden Landes abhängig ist. Soweit diese Eismassen mit sehr geringer Neigung fließen, ist die Oberfläche weithin fast eben und spaltenfrei, so daß ein Überwandern zu Fuß, mit Skiern oder im Schlitten keine Schwierigkeiten bietet. Wie so anders aber gestaltet sich das Wandern da, wo das Eis von großen Schmelzwasserflüssen in tiefeingeschnittenen Schluchten durchzogen ist, wo mächtige Schmelzwasserseen, von dünner trügerischer Eisdecke verhüllt, sich ausbreiten, oder vollends da, wo ein furchtbares Spaltengewirr und riesige Eisabstürze die Ränder der ruhigeren Binneneismassen umsäumen! Da gelingt es nur mit einer weitgehenden Kenntnis der Eistechnik und mit Verwertung aller Erfahrungen eisgewohnter Natur- und Kulturmenschen, die ungeheuren Schwierigkeiten zu besiegen; aber alle Geschicklichkeit und Energie können unter Umständen versagen, wenn ungünstiges Wetter oder besondere Ereignisse, wie Eisabbruch usw., neue Schwierigkeiten bereiten! So kann es (obgleich eine der schlimmsten Geißeln der früheren Polarexpeditionen, der Skorbut, durch bessere Verproviantierungsweise neuerdings überwunden worden ist) immer wieder vorkommen, daß die bestvorbereiteten Expeditionen unter Umständen ihr Ziel nicht erreichen oder daß Mangel an Nahrungs- oder Feuerungsmaterial den kühnsten und leistungsfähigsten Männern den Tod bringt.

Glücklicherweise hat die allerjüngste Grönlandforschung von 3 großen Expeditionen zu berichten, deren jede unsere Kenntnis des Landes stark bereichert hat und in einer erfolgreichen Durchquerung gipfelte.

Die erste derselben wurde von dem Schweizer *A. de Quervain* und seinen 3 Gefährten vom 20. Juni bis 21. Juli 1912 zwischen 70 und 66° N. Br. in südöstlicher Richtung nach der einzigen Siedelung der Ostküste (*Angmagalik*) mit grönländischen Hunden als Zugtieren der Schlitten durchgeführt, während eine 2. Abteilung der Expedition (bestehend aus den Herren *Mercanton*, *Stolberg* und *Jost*) an der Westseite wichtige Untersuchungen über das Inlandeis und die atmosphärischen Verhältnisse vornahm.

Eine zweite Durchquerung Grönlands wurde in der Zeit vom 20. April bis 7. Juli 1913 von dem dänischen Hauptmann *Koch*, dem deutschen Meteorologen *A. Wegener* und zwei Gefährten zwischen 77 und 72° N. Br. durchgeführt, wobei isländische Pferde als Zugtiere benutzt wurden: Da die nördliche Ostküste völlig unbewohnt ist und Hunde zum Transport des umfangreichen Gepäcks über die im Sommer eisfreien Felsen an der Küste nicht geeignet sind, so waren Pferde gewählt worden, die sich zum Heranschaffen des Gepäcks im Sommer 1912 sehr gut, aber zum Passieren des Inlandeises 1913 weniger bewährten.

Eine dritte Durchquerung Grönlands zwischen 76 und 81° N. Br. vollzogen von der West- nach der Nordostküste die Herren *K. Rasmussen* und

*P. Frenchen* in der Zeit vom 6. April bis 15. September 1913, nachdem sie schon 1910 nach Grönland gekommen waren und zahlreiche Reisen im nördlichsten Grönland, ganz wie Eskimos lebend, ausgeführt hatten. Diese Reise hat u. a. den Erfolg gehabt, nachzuweisen, daß das nördlichste Grönland von keinem Meeresarm (Pearykanal) durchzogen ist, wie man vorher irrtümlich angenommen hatte.

Wenngleich auch nach diesen glänzenden jüngsten Erfolgen in Grönland noch außerordentlich vieles unklar geblieben ist, so ist doch unsere Kenntnis der Rieseninsel derjenigen des großen *Südpolarkontinents* trotz der angestrengten Tätigkeit der verschiedensten Kulturenationen in den letzten Jahrzehnten weit überlegen. Am weitesten ist die Erforschung der Antarktis noch an jener großen Einbuchtung derselben vorgeschritten, die *James Clarke Ross* schon in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts entdeckt und bis über 78° südl. Breite verfolgt hatte, bis eine gewaltige Eismauer von etwa 50 m Höhe in langer Erstreckung jedes weitere Vordringen unmöglich machte. Von diesem „*Rossee*“ aus drang beim Wiedererwachen der antarktischen Forschung 1902 Kapitän *Scott* bis 82° 17' südl. Br. vor; von hier aus hat später *Scotts* früherer Begleiter *Shackleton* die gebirgige Küstenzone des Südpolarkontinents überschritten und war am 9. Januar 1909 bis 88° 23' südl. Br. vorgedrungen: er war damit dem Pol auf rund 180 km nahe gekommen und hatte bereits das zentrale Hochland des Kontinents erstiegen, auf dem am 21. Dezember 1911 *Amundsen*, am 18. Januar 1912 *Scott* mit ihren Begleitern den in 2800–2900 m Höhe liegenden Südpol wirklich erreicht haben. Während aber *Amundsen* schon am 25. Januar 1912 sein 1400 km weit entferntes Winterlager erreichte und alsbald die Heimreise antreten konnte, ist es *Scott* und seinen Begleitern trotz heldenmütigen Ringens mit der feindseligen Natur nicht geglückt, das ersehnte Ziel zu erreichen, vielmehr erfroren die letzten 3 Überlebenden (*Scott*, Dr. *Wilson* und *Bowers*) während eines langdauernden furchtbaren Sturmes nur 20 km von einem großen Proviantdepot entfernt im März 1912.

Zu dem tragischen Ende der englischen Forscher hatte neben der außerordentlichen Ungunst der Witterung vor allem der Umstand beigetragen, daß die ledernen Dichtungsringe der in den Depots oben aufliegenden Petroleumbehälter nicht auf die Dauer dicht hielten, sondern eine teilweise Verdampfung des Inhalts zuließen. Dazu kam aber noch ein verhängnisvoller Mangel in der Organisation der Expedition, wodurch die Norweger einen unbedingten Vorsprung gewannen: Abgesehen davon, daß *Scotts* Motorschlitten alsbald versagten, erwiesen sich auch die mitgebrachten sibirischen Ponies als den Anforderungen einer antarktischen Expedition nicht gewachsen: sie waren schon völlig erschöpft, als sie erst den Fuß des Gebirges erreicht hatten, und wurden deshalb

hier erschossen. So mußten von nun ab die Schlitten über die schwierigsten Strecken von Menschenhand gezogen werden. *Amundsen* dagegen hatte sich auf die erprobten Hunde verlassen und besaß damit Zugtiere, die nicht nur die Geländeschwierigkeiten leichter überwinden konnten, als die Pferde, sondern auch den Vorzug boten, im Fall der Not ihresgleichen ebenso wie den Menschen als Nahrung dienen zu können. So kam es, daß *Amundsen* auf der Heimkehr geradezu Überfluß an Nahrungsmitteln hatte, während *Scott* und seine Begleiter aufs bitterste unter ungenügender Nahrung litten.

Auf der Gegenseite des Roßmeeres, nach *Heims* Vermutung in tektonischen Beziehungen zu ihm stehend, liegt die schon 1823 von *J. Weddell* entdeckte und bis 74¼° Breite befahrene, weit in die Antarktis vorspringende *Weddellsee*, die dazu berufen erscheint, ein zweites wichtiges Einfallstor für Forschungsexpeditionen zu werden. Sie ist bereits vor wenigen Jahren von der deutschen Südpolarexpedition unter *W. Filchner* bis an die große, 10–25 m hohe Eisbarriere im Süden befahren worden; an ihrem Ende wurde das Prinzregent-Luitpold-Land entdeckt und Anfang 1912 begonnen, auf einem mit den Festlandsmassen verkitteten Eisberge an der Vahselbucht (77° 48' südl. Breite) eine Station zu errichten. Leider löste sich der Eisberg am 18. Februar 1912 ab, und Anfangs März mußte das Expeditionsschiff wegen ungünstiger Eisverhältnisse die Rückreise nach Norden antreten. Bald fror es ein (6. März) und fuhr nun in langsamer Driftfahrt, die reichliche Gelegenheit zu wissenschaftlichen Beobachtungen bot, erst nordwestlich, dann nördlich und nordöstlich, bis das Schiff schließlich am 26. November des Jahres mit Maschinenkraft wieder freikommen konnte. Haben die Umstände es auch nicht gestattet, größere geographische Unternehmungen auf dem Südpolarkontinente auszuführen, namentlich die geplante Durchquerung der Antarktis nach dem Roßmeer hin zu versuchen, so sind doch wichtige Ergebnisse dieser Expedition zu verzeichnen. Der Plan der Durchquerung aber ist bereits zum Programm zweier neuer Expeditionen geworden, einer österreichischen unter Dr. *König* und einer englischen unter *Shackleton*. Der Ausbruch des Krieges hat beide auf unbestimmte Zeit vertagt; *Shackleton* hatte zwar trotz der schweren Zeit an seinem Plane festgehalten und war Ende 1914 bereits seinem fernen Ziele entgegengefahren, aber in Sydney ist schließlich auch seine Expedition zum Stehen gekommen.

Sehr bedeutsame Feststellungen hat jüngst eine australische Expedition unter *Mawson* gebracht, die 1911–1913 im *Victoria-Quadranten* der Antarktis 1800 km bisher unbekannter Küste zwischen dem Adélie-Land und dem seinerzeit von *E. v. Drygalski* entdeckten Kaiser-Wilhelms-II.-Land aufnahm. Sie sammelte an zwei rund 2000 km voneinander entfernten Stationen (unter



60° 50' südl. Br. und 145° östl. L. v. Gr., bzw. 66° 18' südl. Br. und 94° 58' östl. L.) reiches meteorologisches Beobachtungsmaterial und unternehmungen von ihnen aus größere Streifzüge ins Innere und längs der Küste (wobei u. a. auch der Gaußberg besucht wurde).

Am wenigsten untersucht ist noch der Afrika gegenüberliegende *Enderby-Quadrant* des Südpolarkontinents. Aber auch außerhalb dieses bieten sich allenthalben in der Antarktis noch Entdeckungs- und Forschungsprobleme in Hülle und Fülle, so daß todesmutigen Männern hier für lange Zeit ein dankbares, wenn auch gefahrdrohendes Arbeitsgebiet bleibt.

So dürftig auch zurzeit noch — trotz der reichen Ergebnisse der vorerwähnten und zahlreicher anderer Haupt- und Nebenexpeditionen — unsere Kenntnis des Südpolarkontinents ist, so hat man doch bereits ein ziemlich klares Gesamtbild von der Antarktis bekommen: sie stellt eine große einheitliche Landmasse von ausgesprochenem Hochlandscharakter dar; sie erhebt sich ringsum aus großen Meerestiefen und ist im stark überwiegenden Teil ihrer Ausdehnung von ungeheuren Eismassen überdeckt, so daß uns hier ein noch typischeres Bild eiszeitlicher Vergletscherungsweise entgegentritt als auf Grönland.

Im Gegensatz zu den hohen Breiten bieten die klimatisch weit günstigeren *mittleren und niedrigen Breiten* der Erde nur noch wenige Landflächen von größerer Ausdehnung, die uns ganz oder fast ganz unbekannt geblieben wären, denn vom Entdeckungszeitalter an bis zur Gegenwart haben zahllose mutige Männer aus religiösen, politischen, wirtschaftlichen oder wissenschaftlichen Beweggründen in immer wachsender Zahl sich bestrebt, die noch unbekannten Gebiete zu erforschen und unseren Einflüssen zuzuführen. Die einst so ausgedehnten Landflächen, besonders Asiens und Afrikas, die uns aus religiöser oder politischer Unduldsamkeit der Bewohner verschlossen blieben, sind nunmehr auf wenige Gebiete zusammengeschrumpft und auch über sie wissen wir durch Erkundung bereits recht vieles. Wir dürfen daher wohl sagen, daß die Länder der warmen und gemäßigten Zonen uns durchwegs wenigstens in groben Zügen bekannt sind. Aber freilich muß man zugeben, daß die Flächen, über die wir ungenügende Kenntnisse haben, in den außereuropäischen Erdteilen noch recht ausgedehnt sind, teils aus Gründen der Geländebeschaffenheit oder des Klimas, teils aus politischen oder geschichtlichen Ursachen.

Zu den aus natürlichen Gründen schwer zugänglichen und deshalb noch weniger erforschten Gebieten der Erde gehören Hochgebirge, Wüsten und Urwaldregionen. Aber zahlreiche eifrige Sportsleute teilen sich zurzeit mit Männern der Wissenschaft in die Aufgabe, die gewaltigen *Hochgebirge* der Erde zu bezwingen und in ihrer besonderen geographischen und geo-

logischen Eigenart zu erkennen, und ein ganzes Heer von Einzelforschern, von staatlichen und privaten Expeditionen müht sich seit Jahrzehnten, die vor kurzem noch so umfangreichen und zahlreichen weißen Flecken unserer Landkarten mit festbekanntem Inhalt zu erfüllen — freilich mit recht verschiedenem Erfolg. Während in den meist dichtbevölkerten Gebieten mäßigfeuchten Klimas das Reisen an sich gewöhnlich ohne größere Schwierigkeit vor sich gehen kann, ist es in den dünn- oder weithin gar nicht bewohnten Gebieten ungewöhnlicher Trockenheit oder Feuchtigkeit oft sehr erschwert, in ersterem Fall hauptsächlich wegen der Schwierigkeit der Wasserversorgung, in letzterem wegen der genügenden Proviantbeschaffung. Die extremen Fälle sind einerseits in den *Wüsten*, andererseits in den *tropischen Urwäldern* gegeben. Aber wenn es glückt, der Schwierigkeiten Herr zu werden, so ist offenkundig, daß in Wüstengebieten auf einer Reise viel weitreichendere und bessere Ergebnisse erzielt werden können als in Urwaldgebieten: in ersterem erleichtert der Mangel oder die Dürftigkeit der Vegetation die Aufnahmearbeiten ebenso sehr, wie die Häufigkeit guten und sichtigen Wetters, so daß von einer Routenlinie aus oft große Flächen zu beiden Seiten auf einmal kartiert werden können; im Urwald dagegen fehlt wegen der dichten hochragenden Vegetation meist jeder Überblick, so daß eigentlich nur wenige Meter zu beiden Seiten des Wegs wirklich aufgenommen werden können und die kartographische Darstellung sich schließlich auf einem Mosaik unzähliger Einzelbeobachtungen und wohlüberlegter Kombinationen aufbauen muß, im besten Falle gestützt durch spärliche, vielleicht zudem noch durch Regen, Nebel oder Wolken beeinträchtigte Ausblicke von besonders begünstigten Aussichtspunkten aus. Nur selten gestatten es einer Expedition die Umstände, (vor allem eine sorgfältig vorbereitete und in großem Stil durchgeführte Verproviantierung und Arbeiterversorgung) im jungfräulichen Urwaldgebiet gleich eine trigonometrische Basis abzumessen und auf zahlreichen hochragenden Punkten so umfangreiche Abholzungen vorzunehmen, daß eine fliegende Triangulation über weite Flächen möglich ist — wie es Dr. *Behrmann* bei der letzten Kaiserin-Augusta-Strom-Expedition im Kaiser-Wilhelms-Lande (Neu-Guinea) 1912/13 mit großem Erfolge hatte tun können.

Wo im Innern großer Landflächen die Erforschungslinien sich noch in weiten Maschen schneiden, wie dies stellenweise bei allen außereuropäischen Kontinenten und Rieseninseln der Fall ist, da sind im allgemeinen die vegetationsarmen Gebiete weit besser bekannt als die waldbedeckten, weil in ersteren schon eine kleine Anzahl von Expeditionen ein gutes Gesamtbild liefern kann. So haben die wenigen Reisen eines *Sven Hedin*, *M. A. Stein* und anderer großer Forscher ein klares Licht über weite Räume Zentral-

asiens geworfen; verhältnismäßig wenige Durchquerungen und Vorstöße haben uns die Wüstengebiete Australiens ziemlich gut bekannt gemacht und es ist zu hoffen, daß es auch *E. Banse* gelingen wird, den letzten größeren Fleck von Terra incognita im nordafrikanischen Wüstengebiet mit Inhalt zu füllen, wenn die bewegten politischen Verhältnisse seine geplante Reise zurzeit überhaupt gestatten. Dagegen sind z. B. weite Urwaldgebiete Neu-Guineas und Borneos, ja selbst vieler kleinerer tropischen Inseln noch ganz ungenügend bekannt und auch über viele waldbedeckte Gebiete Mittel- und Südamerikas wissen wir nur wenig Sicheres. Wir müssen sogar annehmen, daß die Karten, welche *Hernan Cortes* 1524 von den Indianern für seinen großen Zug von Südmexiko nach Higuera (Honduras) erhielt, in einzelnen Teilen richtiger gewesen sind, als unsere gegenwärtigen Karten, so daß man sogar zeitweilige Rückschritte unserer Kenntnisse zugeben muß. Daran ist freilich mit in erster Linie das geringe geographische Interesse schuld, das in vielen Teilen des lateinischen Amerika sich kundgibt, und es ist bezeichnend, daß daselbst oft erst das praktische Bedürfnis der Festlegung politischer Grenzen größere geographische Erfolge in den letzten Jahrzehnten zu bringen vermochte. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß besonders *Südamerika* gegenwärtig sehr viel weniger gut bekannt ist als Afrika, obgleich die erste Durchquerung Südamerikas schon 1541 erfolgte, während *Afrika* erst im 19. Jahrhundert zum ersten Male durchquert worden ist. Die so viel raschere Untersuchung *Afrikas* ist neben anderen Gründen auf die in den letzten Jahrzehnten erfolgte politische Aufteilung des Kontinents unter tatendurstige europäische Kulturnationen zurückzuführen, denn damit begann — im Bestreben einer baldigen Befriedung und wirtschaftlichen Ausnützung — sogleich eine recht intensive Durchforschung und Aufnahme der betreffenden Einzelgebiete. Stellenweise ist dieselbe sogar schon bis zu regelrechter trigonometrischer Vermessung gesteigert worden. Ein gutes Beispiel dieser Aufnahmebetätigung bieten unsere *deutschen Kolonien in Afrika*, wo zahlreiche Offiziere der Schutztruppe neben Forschungsreisenden von Fach in großer Selbstverleugnung und mit bestem Gelingen ein allmählich immer enger werdendes Maschennetz von Routen über die einzelnen Kolonien hingezogen haben, so daß es bereits möglich gewesen ist, gute Karten derselben in ziemlich großem Maßstab herzustellen; in *Deutschsüdwestafrika* hat man sogar schon ansehnliche Flächen auf Grund vorangegangener Triangulation systematisch aufgenommen, während im Gegensatz dazu unsere *Südseebesitzungen* noch größtenteils sehr wenig bekannt sind, so daß erst für einen Teil derselben die kartographische Darstellung im Maßstab 1 : 300 000 im Jahre 1913 in Angriff genommen werden konnte.

*Topographische Landesaufnahmen* auf Grund

sorgfältiger Triangulation sind zwar zurzeit in Europa (mit Ausnahme etlicher Randgebiete) bereits durchgeführt; aber in den außereuropäischen Kontinenten sind doch erst einige der *älteren Kolonialländer* englischer, französischer oder holländischer Zunge ganz oder größtenteils aufgenommen, während von den alten spanischen und portugiesischen Kolonialgebieten erst wenige auf größere systematisch aufgenommene Flächen hinweisen können. In Ostasien aber hat das alte, durch europäische Befruchtung verjüngte Kulturvolk der *Japaner* nicht nur das japanische Inselreich, sondern auch große Flächen des benachbarten Kontinents bereits in zufriedenstellender Weise kartiert.

Meist haben die Interessen der Landesverteidigung oder auch planmäßige Vorbereitung politischer Expansion zu systematischer Aufnahme gedrängt und dieselbe naturgemäß in die Hände von Offizieren gelegt. Seltener sind die Bedürfnisse der Verwaltung oder wirtschaftlicher Expansion, noch seltener wissenschaftliche Ziele die Haupttriebfedern genauer Aufnahmen gewesen. Es würde zu weit führen, im einzelnen den Stand der Aufnahmearbeiten zu skizzieren, doch sei erwähnt, daß in vielen Ländern junger Kultur sich schon erhebliche Fortschritte feststellen lassen; auch im *australischen Staatenbund* strebt man bereits eine systematische Landesaufnahme des ganzen Kontinents an, während im nahen *Neuseeland* schon eine den praktischen Bedürfnissen des Landes genügende Vermessung vorliegt.

Aber der größere Teil der festen Erdoberfläche entbehrt noch immer einer straff durchgeführten systematischen Vermessung und ist uns nur durch primitivere Aufnahmeverfahren bekannt. Infolgedessen hat auch *Pencks* zuerst 1891 auf dem internationalen Geographenkongreß zu Bern ausgesprochener Vorschlag einer *einheitlichen Erdkarte* im Maßstab 1 : 1 Million anfangs mehrfachen Widerspruch erfahren, so schon 1891 im „Ausland“ von praktischen Kartographen (*Lüddecke*) und Reisenden (Referenten), dann auch später noch von Koryphäen der Wissenschaft, wie *Hermann Wagner* und *v. Tillo* unter Hinweis auf die Unzweckmäßigkeit einer einheitlichen Darstellung höchst ungleichmäßigen und ungleichwertigen Materials. Als aber am Anfang des 20. Jahrhunderts einige bedeutende Reiche größere Gebiete in dem gewünschten Maßstab darzustellen begonnen hatten, auch hinsichtlich der Wahl des Anfangsmeridians, des Höhenmaßes und anderer Fragen sich Einigungstendenzen bemerkbar machten, da lud die englische Regierung 1909 die Vertreter zahlreicher Staaten zu einer ersten Weltkartenkonferenz ein, die Klarheit in die grundlegenden Fragen der Blatteinteilung, Projektion, Geländedarstellung u. dgl. brachte. Auf dem internationalen Geographenkongreß zu Rom (Frühjahr 1913) konnten bereits Stichproben von Blättern dieser einheitlichen Erdkarte seitens ver-

schiedener Staaten vorgelegt werden. Dieselben wichen aber tatsächlich in der Art ihrer Ausführung noch stark voneinander ab, zum Teil sogar so sehr, daß mit Ausnahme der Blatteinteilung und des Maßstabes wenig Übereinstimmung mehr erkennbar war. Dies zeigte deutlich die Notwendigkeit neuer Besprechungen, die dann auf Einladung der französischen Republik im Dezember 1913 zu Paris stattfanden und die Grundzüge der schwebenden Frage zu regeln suchten, ohne freilich verhindern zu können, daß manche Komplikationen (so z. B. der Gradzählung) in das Projekt hineingerieten. Aber wenn auch noch nicht alles vollkommen genannt werden kann, was vorgesehen ist, so darf man doch der Verwirklichung einer einheitlichen Darstellung der festen Landflächen mit Stolz und Freude entgegensehen und muß manche Einzelbedenken in den Hintergrund stellen. Es liegt jedenfalls etwas Großes in dem Interesse zahlreicher Staaten für eine derartige gemeinsame Aufgabe und es ist nicht zu bezweifeln, daß dieses Riesenwerk mit dazu beitragen wird, die Geographie an vielen Orten und auf mancherlei Gebieten zu fördern und zu befruchten.

Wir müssen freilich annehmen, daß die gewaltige kriegserische Verwicklung der Gegenwart vielerorts das Unternehmen schädigen oder zeitweise völlig unterdrücken wird. Aber man darf die Hoffnung nicht verlieren, daß nach der Wiederkehr friedlicher Zeiten die jetzt abgeschnittenen internationalen Beziehungen wieder aufs neue und — hoffentlich — für lange Dauer geknüpft werden. Es hat ja in den letzten Jahrzehnten geradezu ein gewisser Drang zu internationaler Konzentration und Vereinheitlichung der wissenschaftlichen Bestrebungen zahlreicher Institute und Einzelforscher bestanden, die zuvor vielfach verzettelt gewesen waren. Glänzende Erfolge des internationalen Zusammenwirkens haben in den letzten Jahrzehnten namentlich die Geologen aufzuweisen gehabt: so die internationale geologische Karte von Europa, die Inangriffnahme einer solchen für die ganze Erde, und die großen Übersichten über die sichtbaren Bestände an Kohlen und Eisen. Neuerdings hatten ferner zuerst *J. Friedlaender*, dann *W. Branca* Vorschläge für eine internationale Zusammenfassung der Vulkanforschung gemacht; für geodätische Arbeiten, Erdbebenforschung, meteorologische und erdmagnetische Untersuchungen, wissenschaftliche Luftschiffahrt und andere Zweige des Forschens war internationales Zusammenwirken bereits erreicht und hoffentlich wird es auch durch den Krieg nicht endgültig vernichtet. Ein zielbewußtes internationales Zusammenarbeiten würde auch auf die Länderkunde befruchtend und fördernd zurückwirken, unbeschadet aller Eigenart, die bei der Erforschung und Darstellung der Einzelländer sich geltend machen könnte. Der Hauptgewinn internationaler Zusammenarbeit aber wäre in einer besseren Vergleichbarkeit der Einzelergebnisse zu

suchen, womit zugleich auch eine raschere und vollständigere Auswertung derselben angebahnt würde: ein Gewinn für die Wissenschaft und eine Ersparnis an Arbeitskraft!

## Neue Ergebnisse der Stärkechemie.

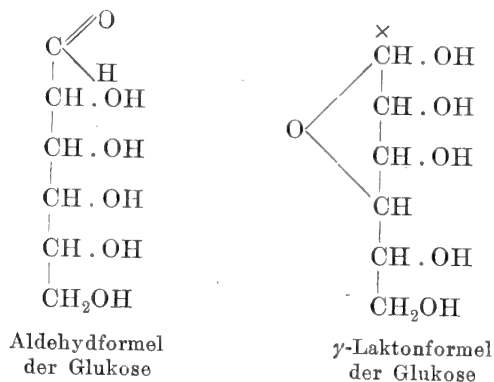
Von Privatdozent Dr. Hans Pringsheim, Berlin.

Die Erschließung der chemischen Konstitution hochmolekularer Naturprodukte bietet ganz besondere Schwierigkeiten. Auch hier wird die endliche Lösung der Probleme der Synthese vorbehalten bleiben, der jedoch neben anderen großen Erschwerungen, unter denen vor allem die durch das Vorhandensein zahlreicher asymmetrischer Kohlenstoffatome bedingte konfigurative Mannigfaltigkeit zu nennen wäre, aus der nicht kristallinen Natur solcher Substanzen wie Stärke, Zellulose, Glykogen und andern eine Begrenzung gesetzt sein wird: denn wie soll es mit unseren jetzigen Hilfsmitteln gelingen, die Identität der möglichen synthetischen und der natürlichen Produkte zu erweisen, wo uns ohne Kristallisationsfähigkeit kein Beweis für die Einheitlichkeit zur Verfügung steht. Die Chemie wird neue Wege gehen müssen, ehe hier völlige Klarheit geschaffen werden kann.

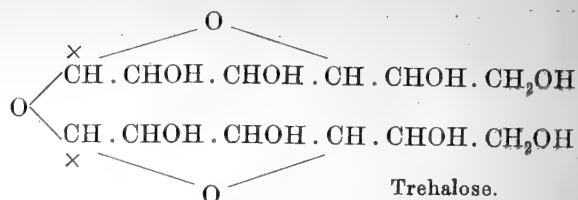
Wir sind also bis auf weiteres auf Abbauprobate angewiesen, die die Synthese ja immer vorbereiten müssen. Fassen wir die Resultate solcher Versuche über Polysaccharide zusammen, so kommen wir zu dem Ergebnis, daß sie bis dato trotz großer Arbeitsleistung noch wenig fortgeschritten sind; der Mangel liegt vornehmlich am zu energischen Verlauf des Abbaus, der demnach immer bis zu einer so niedrig molekularen Stufe vorgeschritten ist, daß uns dann kein Einblick mehr in die Art der Verknüpfung der Grundkomplexe im hochmolekularen Aufbau der Polysaccharide möglich ist. Durch Säurehydrolyse werden Zellulose, Stärke und Glykogen quantitativ in Traubenzucker gespalten. Auf chemischem Wege sind wir bei der Zellulose weiter gekommen, die bei der Besetzung der Hydroxyle des Traubenzuckers durch Essigsäurereste bei der Acetolyse nur bis zu einem Disaccharid, der Zellobiose, abgebaut wird<sup>1)</sup>. Später konnte dann gezeigt werden, daß dieses Disaccharid auch beim fermentativen Zelluloseabbau das erste einheitliche Abbauprodukt darstellt<sup>2)</sup>. Bei der Stärke und dem Glykogen waren wir auf den enzymatischen Abbau angewiesen. Das diastatische Ferment führt uns hier allerdings über verschiedene Zwischenstufen, die Dextrine, aber keiner dieser Körper ist kristallinisch erhalten worden oder sonstwie als einheitlich erwiesen. Und so ist es wieder die Disaccharidstufe, hier in Gestalt der Maltose, die das höchstmolekulare chemische Individuum des Stärkeabbaus darstellte. Schon mit dieser Aufzählung sind die Ergebnisse des Abbaus der Polysaccharide er-

schöpft, der somit immer bis zu Produkten von nur zwei Monosaccharidkomplexen führte. Es ist klar, daß wir aus diesem experimentellen Ergebnis nur sehr geringe Rückschlüsse auf die Bindungsform der Monosaccharide in den Polysacchariden ziehen konnten, und alles, was über die einfachsten Vorstellungen hinausgeht, gehört deshalb auch in das Gebiet der unbewiesenen Spekulation.

Einen Schritt weiter sind wir nun durch die grundlegenden Versuche von *Schardinger*<sup>3)</sup> gekommen, der beim Abbau durch ein auf Stärke spezifisch wirkendes Bakterium zu neuen höhermolekularen kristallinen Produkten gelangte, die aus Gründen, auf die noch einzugehen sein wird, als kristallisierte Dextrine bezeichnet werden können. Diese Körper gehören einer bisher noch unbekannten Klasse von Zuckern an, deren chemische Konstitution hier zuerst erläutert werden muß. Für die Veranschaulichung des Zusammenhanges der einzelnen Monosaccharide in den Di-, Tri- und Polysacchariden, der unter Wasseraustritt zustande kommt, eignet sich besser als die früher bevorzugte Aldehydformel der Glukose die, auch aus anderen Gründen vorzuziehende  $\gamma$ -Laktonformel, in der das dem Aldehyd zugehörige C-Atom durch  $\times$  bezeichnet werden soll.

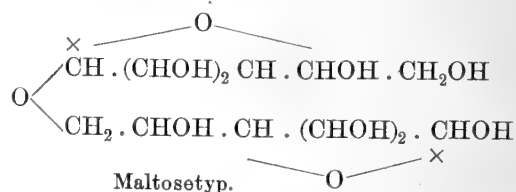


Austritt von einem Molekül Wasser zwischen zwei Glukoseresten kann nun einmal so erfolgen, daß sich hieran die an den Aldehydkohlenstoffatomen haftenden Hydroxyle der beiden Traubenzucker-moleküle beteiligen. Wir gelangen so zu einem Disaccharid, der Trehalose, die Fehlingsche Lösung nicht mehr reduzieren und kein Osazon mehr geben darf, da sie ihren Aldehydcharakter eingebüßt hat.



Trehalose.

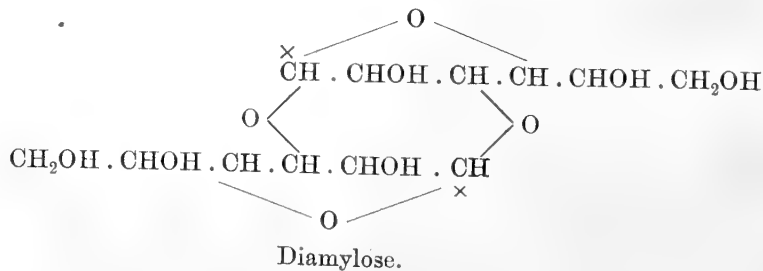
Nimmt jedoch am Wasseraustritt nur ein Hydroxyl des Aldehydkohlenstoffs, im zweiten Glukoserest dagegen ein anderes Teil, so stellt unsere Formel einen zweiten Disaccharidtyp dar, der infolge des Beibehaltens eines freien Aldehydhydroxyls noch reduzierende und Osazon bildende Eigenschaften beibehält. Unsere Formel stellt dann den Maltosetyp dar:



Maltosetyp.

Hierbei ist noch unentschieden und bisher auf experimentellem Wege auch nicht zu ergründen, welches der vier Hydroxyle des zweiten Glukoserestes am Wasseraustritt teilgenommen hat. Doch können wir gerade durch die Beteiligung verschiedener Hydroxyle den Unterschied zwischen verschiedenen Disacchariden, die sich aus Glukoseresten zusammensetzen, z. B. zwischen Maltose und Gentiobiose, erklären.

Beide Typen geben bei der Elementaranalyse Werte, die auf  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_2 + \text{H}_2\text{O}$  stimmen. Die neuen Zucker aus Stärke jedoch analysieren zu  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$  genau wie Stärke oder Zellulose. Sie reduzieren Fehlingsche Lösung nicht und geben entsprechend auch keine Osazone. Ein Disaccharid dieser neuen Körperklasse kann daher nur durch eine Formel dargestellt werden, in der in dem Glukoserest zwei Hydroxyle, und zwar jedesmal auch unter Beteiligung der am Aldehydkohlenstoff haftenden, am Wasseraustritt teilgenommen haben. Wir nennen den Typ Amylosetyp und gelangen so zur Formel seines einfachsten Vertreters der Diamylose, der demnach Ringstruktur zukommt. Da wir aus der chemischen Analogie heraus auf keinen zu großen Ring schlußfolgern können, wählen wir ohne experimentelle Begründung das  $\beta$ -Kohlenstoffhydroxyd als das am Wasseraustritt teilnehmende, wie dann folgende Formel veranschaulicht:



Diamylose.

Dem entspricht auch, daß für jeden Glukoserest des Amylosetyps nur drei und nicht vier, wie im Trehalose- und Maltosetyp, Acetylreste aufgenommen werden.

Von dieser Körperklasse kennen wir nun sechs Vertreter. Drei wurden von *Schardinger* direkt aus dem Vergärungsprodukt des Stärkekleters durch den Baz. mazerans erhalten. Sie werden aus der eingedampften Gärflüssigkeit durch Zusatz organischer Lösungsmittel, wie Chloroform oder Äther, abgeschieden und können durch ihre verschiedene Löslichkeit gegen Wasser und Alkohol getrennt werden. Ein vierter Körper wurde dazu noch aus Reisstärke erhalten<sup>4)</sup>. Unter diesen Körpern lassen sich nun zwei Gruppen unterscheiden, solche, die aus Alkohol kristallisieren und die in konzentrierter Lösung mit Jodjodkaliumlösung versetzt, metallisch glänzende, in dunkelgrünen Nadeln kristallisierende Jodadditionsprodukte geben, und einen Körper, der aus Wasser kristallisiert und der unter denselben Bedingungen ein in braunroten Prismen kristallisierendes Jodadditionsprodukt ergibt. Die erste Reihe, die wir die  $\alpha$ -Reihe nennen, ist dadurch ausgezeichnet, daß ihre zugehörigen Körper durch Acetolyse in das Acetylprodukt der Diamylose abgebaut werden, aus dem durch Verseifung die Diamylose gewonnen werden kann, der Körper der zweiten oder  $\beta$ -Reihe wird im Gegensatz zur Triamylose abgebaut. So kennen wir also nun folgende sechs Körper der neuen Zuckerverbindungen:

#### $\alpha$ -Reihe.

Octamylose  $[(C_6H_{10}O_5)_2]_4 + 4 C_2H_6O$ .  
 $\alpha$ -Hexaamylose  $[(C_6H_{10}O_5)_2]_3 + ? C_2H_6O$ .  
 Tetraamylose  $[(C_6H_{10}O_5)_2]_2 + 2 C_2H_6O$ .  
 Diamylose  $(C_6H_{10}O_5)_2 + 2 H_2O$ .

#### $\beta$ -Reihe.

$\beta$ -Hexaamylose  $[(C_6H_{10}O_5)_3]_2 + 9 H_2O$ .  
 Triamylose  $(C_6H_{10}O_5)_3 + 4 H_2O$ .

Wir haben schon erwähnt, daß wir diese Körper mit einem gewissen Recht als kristallisierte Dextrine bezeichnen können, sie teilen nämlich mit den Dextrinen die für die niedriger molekularen Angehörigen dieser Körperklasse hauptsächlich charakteristische Eigenschaft, mit Jodlösung eine braunrote Färbung zu geben. In konzentrierter Lösung kristallisieren dann charakteristische Jodadditionsprodukte aus. Ein gleiches Kristallisationsvermögen zeigen auch Bromadditionsprodukte, die aus konzentrierter Lösung mit Brombromkalilösung ausfällbar sind. Über diese Körper wurden bisher die folgenden Zusammensetzungen ermittelt:

#### $\alpha$ -Reihe.

Tribromoctamylose  $[(C_6H_{10}O_5)_2]_4, 3 Br$ .  
 Jodtetraamylose  $[(C_6H_{10}O_5)_2]_2, 1\frac{1}{2} J, 4 H_2O$ .  
 Bromtetraamylose  $[(C_6H_{10}O_5)_2]_2, 1\frac{1}{2} Br$ .  
 Joddiamylose  $(C_6H_{10}O_5)_2, \frac{7}{8} J$ .  
 Bromdiamylose  $(C_6H_{10}O_5)_2, \frac{7}{8} Br$ .

#### $\beta$ -Reihe.

Trijod- $\beta$ -Hexaamylose  $[(C_6H_{10}O_5)_3]_2, 3 J, 9 H_2O$ .  
 Dibrom- $\beta$ -Hexaamylose  $[(C_6H_{10}O_5)_3]_2, 2 Br$ .  
 Jodtriamylose  $(C_6H_{10}O_5)_3, 1\frac{1}{2} J, 4\frac{1}{2} H_2O$ .  
 Bromtriamylose  $(C_6H_{10}O_5)_3, Br$ .

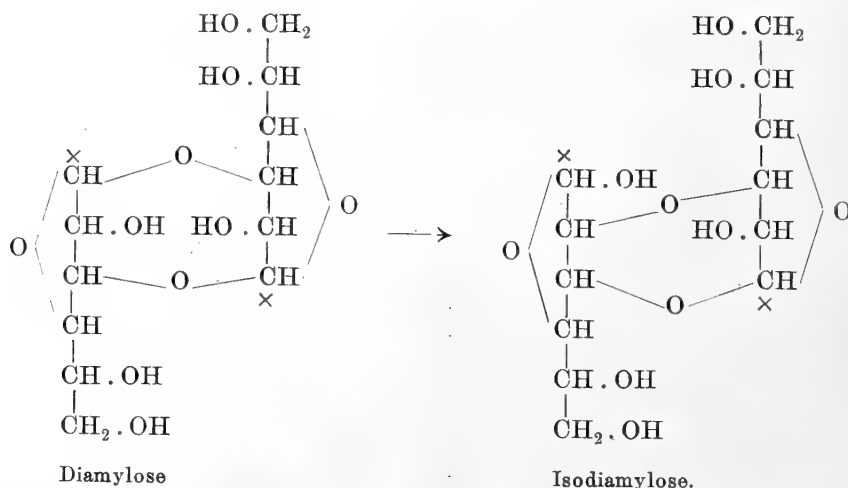
Vom theoretischen Standpunkte ist nun vornehmlich bemerkenswert, daß der Abbau der höher molekularen Amylosen in ihre Grundkörper, wie der der Oct- und Tetraamylose in die Diamylose und der  $\beta$ -Hexaamylose in die Triamylose eine reine Depolymerisation darstellt. Er verläuft, wenn wir von der Anheftung der nachher wieder leicht abspaltbaren Acetylgruppen an den außenständigen Hydroxylen absehen, ohne chemische Veränderung des Grundkomplexes etwa durch Ringsprengung und Ringneubildung, ausschließlich durch die Lösung von Nebervalenzen, die die Diamylosemoleküle in der Octa-,  $\alpha$ -Hexa- und Tetraamylose und die Triamylose in der  $\beta$ -Hexaamylose zusammenhalten müssen. Dies erhellt noch deutlicher aus der Tatsache, daß auch bei der milden Reaktion der Benzoylierung in der Kälte bei Eintritt nur eines Benzoylrestes auf je einen Glukoserest dieselbe Depolymerisation erfolgt. Eine derartige Abbaureaktion ist bisher ohne Analogie. Sie belehrt uns, daß es sich hier um eine eigenartige Körperklasse handelt, deren Vorhandensein im Stärkemolekül für die verschiedenen Eigenarten der Stärke, wie Kleisterbildung, Rückbildung der Maquenneschen Amylose aus einem Kleister beim Stehen in der Kälte, Lösungsmachung der Stärke durch Erhitzen in Glycerin oder milde Säureeinwirkung, verantwortlich sein muß. Denn es liegt keinerlei Grund vor, die Annahme zu machen, daß der Baz. mazerans für die Bildung der Ringamylosen verantwortlich zu machen wäre. Bei der Vergärung von Glukose oder Maltose durch diesen Bazillus werden keine derartigen Produkte gebildet, und wir sind daher zu der Annahme berechtigt, daß sie ihr Erscheinen im vergorenen Stärkekleister einer Depolymerisation des Stärkemoleküls durch den Bazillus verdanken. Dafür spricht auch, daß wenigstens in der  $\alpha$ -Reihe in Gestalt der Octo-,  $\alpha$ -Hexa- und Tetraamylose mehrere Polymerisationsstufen gleichzeitig auftreten, unter denen die niedrigste der Menge nach bei weitem vorherrscht.

Nach dieser Betrachtungsweise wäre das Stärkemolekül als eine Verbindung  $(C_6H_{10}O_5)_x$  anzusehen, wobei  $x$  den Polymerisationsgrad bedeutet. Damit würde die alte Anschauung von der Kettenstruktur der Stärke mit einer Formel  $(C_6H_{10}O_5)_x + H_2O$  fallen, die immer unbewiesen war. Bei alledem ist jedoch die Frage noch ungelöst, ob wir die Di- oder die Triamylose als Grundkomplex der Stärke ansehen und sie demnach  $[(C_6H_{10}O_5)_2]_x$  oder  $[(C_6H_{10}O_5)_3]_x$  formulieren sollen.

Für die Lösung dieser Frage gibt uns die Acetylierung der Stärke eine Möglichkeit an die

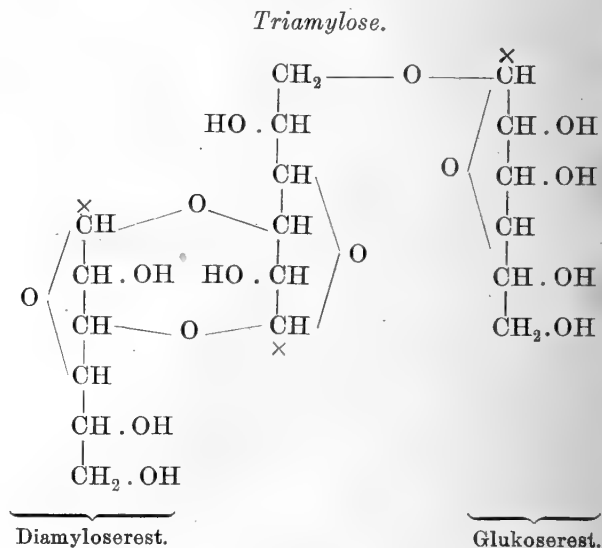


Hand<sup>6)</sup>. Wie schon früher festgestellt, läßt sich die Stärke in ihrer ursprünglichen Form nur schwer acetylieren. Man bedient sich für den Vergleich besser der durch Erhitzen in Glyzerin löslich gemachten Stärke, deren Molekül offenbar schon durch Depolymerisation verkleinert ist. Auch solche Stärke wird mit Chlorzink als Katalysator nur schwer in Reaktion gebracht. Wählt man jedoch Schwefelsäure als katalytisches Agens, wie bei der Acetylierung der Zellulose, so tritt die Reaktion ein und man gelangt zu einem Acetylkörper eines aus drei Glukoseresten bestehenden Trisaccharids. Es handelt sich allerdings bei diesem Körper nicht um die Triamylose selbst, sondern um einen der Triamylose nahestehenden Zucker. Der Widerspruch wird jedoch geklärt, wenn man auch die Hexa- oder die Triamylose der forcierten Acetylierung mit Schwefelsäure unterwirft. Auch dann gelangt man zu einem Körper, der mit dem durch Acetylierung der Stärke erhaltenen in den wichtigsten Eigenschaften übereinstimmt. Die unwesentliche Verschiedenheit mag auf stereochemischem Gebiete liegen. Beide Körper analysieren noch zu  $C_6H_{10}O_5$ , die Ringstruktur muß daher in ihnen erhalten geblieben sein, sie geben keine kristallisierten Jod- oder Bromadditionsprodukte, und der Umstand, daß sie Fehlingsche Lösung reduzieren, kann nur durch die Freilegung wenigstens einer am Aldehydkohlenstoff haftenden Hydroxylgruppe erklärt werden. Es muß demnach eine Bindungsverschiebung eingetreten sein, die auch bei der starken Acetylierung der Diamylose mit Schwefelsäure stattfindet. Wir nennen solche Körper Isodi- resp. Isotriamylose und formulieren die Umwandlung der Diamylose in die Isodiamylose folgendermaßen:



So muß denn einem Trisaccharid eine wichtige Rolle im Aufbau des Stärkemoleküls zufallen, denn es kann kein Zufall sein, daß bei der Acetylierung gerade die Bindung dreier Glukosereste untereinander dem Eingriff widersteht, während gleichzeitig eine so beträchtliche Molekülverkleinerung stattfindet. Fernerhin gibt das ganz analoge Ver-

halten der Stärke und der Triamylose beim Acetylieren einen wenigstens indirekten Beweis an die Hand, daß Ringkörper im Sinne der Amylosen, wie sie durch den Baz. mazerans aus dem Molekül herausgelöst werden, tatsächlich im Stärkemolekül vorhanden sind. Daß neben den Amylosen der  $\beta$ -Reihe auch solche der  $\alpha$ -Reihe, also Polymere der Diamylose, beim Vergären der Stärke durch den Baz. mazerans entstehen, muß durch eine Spaltung des Triamylosekomplexes in den Diamylosekomplex plus Glukose erklärt werden, die in der Tat in der Gärflüssigkeit immer nachgewiesen werden kann. Auf Grund dieser Annahme gelangen wir zu einer Formulierung der Triamylose, die folgender Formel entspricht und in der die Beteiligung der Hydroxyle, mit Aus-



nahme der am Aldehydkohlenstoff haftenden, wieder willkürlich angenommen werden muß.

Nach dem Gesagten wäre also die Stärke als ein polymerer Ringzucker mit der Triamylose als Grundkomplex anzusehen. Soviel Verlockendes diese Hypothese auch an sich hat, so dürfen jedoch auch die Bedenken gegen sie nicht verschwiegen

werden. Daß die Amylosen durch das diastatische Ferment nicht hydrolysiert werden, ist weniger bedeutungsvoll, da die feine Einstellung der Fermente auf ihr Substrat noch eine genügende Erklärung dafür bieten mag, daß ihre Wirkungsweise an den kolloidalen Zustand der hochmolekularen Stärke gebunden ist, während sie gegenüber den kristallinen, keinen Kleister mehr gebenden, Amylosen versagt. Weit schwieriger dagegen ist, eine Vorstellung dafür zu finden, wie ein Komplex von polymeren Trisacchariden quantitativ in ein Disaccharid gespalten werden kann. Da aber nach den Untersuchungen von *Maquenne* Stärke zu 100 % in Maltose gespalten wird, so besteht hier zwischen Theorie und Wirklichkeit ein Widerspruch, der durch einfache Annahmen nicht zu überbrücken ist. Immerhin wird man unseren Anschauungen das Anrecht auf eine Arbeitshypothese nicht versagen, bis sie im Werden der Wissenschaft durch neue experimentelle Erfahrungen geworfen und durch eine bessere ersetzt werden wird.

## Literatur:

- <sup>1)</sup> *Skraup* und *König*, Monatshefte für Chemie Bd. 22, S. 1011 (1901).
- <sup>2)</sup> *H. Pringsheim*, Zeitschrift f. physiologische Chemie Bd. 78, S. 266 (1912).
- <sup>3)</sup> *F. Schardinger*, Zentralbl. f. Bakteriologie II. Abt. Bd. 14, S. 772 (1905); Bd. 19, S. 161 (1907); Bd. 22, S. 98 (1909); Bd. 29, S. 188 (1911).
- <sup>4)</sup> *H. Pringsheim* und *F. Eißler*, Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellschaft Jg. 47, S. 2565 (1914).
- <sup>5)</sup> *H. Pringsheim* und *A. Langhans*, Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellschaft Jg. 45, S. 2533 (1912).
- <sup>6)</sup> *H. Pringsheim* und *F. Eißler*, Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellschaft Jg. 46, S. 2959 (1913).
- <sup>7)</sup> *F. Pregl*, Monatshefte für Chemie Bd. 22, S. 1049 (1901).

## Besprechungen.

**Grabau, Amadeus W., Principles of Stratigraphy.**  
New York, A. G. Seiler and Company, 1913. XXXII.  
1185 S. und 264 Abbildungen. Preis in Leinwand geb.  
7 \$ 50.

Die Stratigraphie, die grundlegende Vorbedingung für Historische Geologie, ist im Laufe der Zeiten von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet worden. Auf die Zeit, wo man in den Leitfossilien nur Denkmünzen der Schöpfung sah, die ohne Rücksicht auf ihre zoologische oder botanische Verwandtschaft, nur nach ihrer äußeren Form abgebildet und bestimmt wurden, folgt unter dem Einflusse von *Darwins* Entwicklungsgedanken jene Blütezeit, wo die Verwandtschaft der Formenreihen in den Vordergrund des Interesses trat. Hierbei lernte man immer deutlicher einsehen, welche Fehlerquelle in den Faziesunterschieden verborgen lag und wie dies rein lithologisch-geologische Moment bei jeder stratigraphischen Gliederung und jedem Vergleich von Horizonten stete Berücksichtigung verdiente. Die Resultate ozeanographischer und geographischer Expeditionen, regionale und experimentelle Studien über die Bildung der Sedimente gewannen immer größere Wichtigkeit bei der Lösung rein stratigraphischer Probleme. Auf diesen Standpunkt modernster Forschungsmethode stellt sich der Verfasser, der bekannte Pro-

fessor für Paläontologie an der Columbia-Universität in New York, und führt in die systematische Analyse der Fossilienverteilung sowie in all die mannigfaltigen lithogenetischen und biologischen Tatschengruppen in methodischer Folge ein.

Im I. Kapitel des interessanten Buches macht der Verfasser den Leser mit dem Gesamtgebiet der Stratigraphie, und damit auch mit dem Inhalt des Buches vertraut. Stratigraphie kann man im weitesten Sinne den anorganischen Teil der Historischen Geologie bezeichnen. Ihre Beziehung zu anderen Zweigen der Geologie geht am deutlichsten aus einer Betrachtung der Erde als Ganzem, wie aus einem kurzen Überblick über die Geologie und deren Hilfswissenschaften hervor.

Die Erde als Ganzes kann in folgende Zonen oder Sphären geschieden werden: Zu äußerst die *Atmosphäre*, dann die *Hydrosphäre*, darunter die *Lithosphäre* oder die feste Erdkruste. Diese wird durch die Zone vulkanischer Tätigkeit unterlagert, welche der Verfasser *Pyrosphäre* nennt. Nach oben mit der Lithosphäre verknüpft, geht die Pyrosphäre nach unten in die *Centrosphäre* oder *Barysphäre*, das gänzlich unbekannte Erdinnere über. Eng verknüpft mit der Atmosphäre und der Hydrosphäre sowie mit den oberen Partien der Lithosphäre ist die *Biosphäre*, die weiterhin in die *Phytosphäre* und *Zoosphäre* geteilt wird.

Von besonderem Interesse ist der Abschnitt, in welchem die Geologie und deren Hilfswissenschaften besprochen werden. Geologie ist die Wissenschaft der ganzen Erde. Sie zerfällt in folgende Hilfswissenschaften:

Geologie	Anorganisch	
	<i>Atmologie</i> (Meteorologie)	
	<i>Hydrologie</i>	Ozeanographie (Ozeanologie) Limnologie (= Seenkunde) Potamologie (= Lehre von den fließenden Gewässern)
	<i>Lithologie</i> (Petrologie, Geologie im engeren Sinne)	
	<i>Pyrogeologie</i> (Vulkanologie)	
	Organisch	
	<i>Biologie</i>	Zoologie inkl. Paläozoologie Phytologie (Botanik) inkl. Paläobotanik

Da kein direktes Studium der Centrosphäre möglich ist, konnte sich auch keine entsprechende Wissenschaft entfalten. Jede Hilfswissenschaft mag nun weiter unter den Gesichtspunkten der Dynamik, der Struktur (Bau) und der Geschichte oder Genesis betrachtet werden.

Dynamische Geologie im weitesten Sinne behandelt die physikalischen und chemischen Kräfte sowie ihre Wirkung, während sie im engeren Sinne auch dynamische Lithologie oder die Lehre von den in und auf der Erde wirkenden geologischen Kräften bezeichnet werden kann. Dynamische Biologie ist die Physiologie. Hydrologie und Atmologie sind, vom dynamischen Gesichtspunkt aus betrachtet, die Bewegungen von Wasser und Luft. Vulkanische Ausbrucherscheinungen sind eine Äußerung der Dynamik der Pyrosphäre oder der Pyrodynamik, während Erdbeben die Dynamik der Centrosphäre oder deren Einfluß auf die Lithosphäre kundtun. Durch Einwirkung von Atmosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre und Pyrosphäre auf die Lithosphäre entstehen die exogenen dynamischen Produkte — hauptsächlich die Sedimentgesteine —, während die endogenen dynamischen Kräfte im Innern der Erde wirksam sind.

Vom Standpunkt der Struktur aus betrachtet, behandelt die strukturelle Lithologie die Zusammensetzung sowie die Anordnung der Bestandteile der Erdrinde und umfaßt: Elemente, Mineralien (Mineralogie), Gesteine (Petrologie, Petrographie, Lithologie im engeren Sinne), Oberflächengestaltung (Lithomorphologie, physische Geographie). Strukturelle Biologie befaßt sich mit dem Studium der Zelle (Cytologie), der Gewebe (Histologie), des Baues (Anatomie), der Gestaltung (Biomorphologie). Strukturelle Hydrologie handelt vom Bau (Hydromorphologie) und der Zusammensetzung (Hydrochemie) der Ozeane, Seen, Flüsse usw.; die entsprechenden Wissenschaften sind die Ozeanographie (Hydrologie der Ozeane), die Limnologie (Hydrologie der Seen) und die Potamologie (Hydrologie der Flüsse). Strukturelle Atmologie oder Meteorologie betrachtet die Zusammensetzung der Atmosphäre, ihre Dichte usw. Die Zusammensetzung und die Struktur der Pyrosphäre ist nur indirekt ermittelbar, während jene der Centrosphäre ganz spekulativen Charakter trägt.

Interessant ist auch eine Betrachtung jener Wissenschaften vom entwicklungsgeschichtlichen oder genetischen Standpunkte aus. Genetische Lithologie oder Lithogenesis in ihrem weitesten Sinne behandelt nicht nur die Entstehungsgeschichte der Gesteine, sondern hat sich auch mit ihrer Struktur und ihren Bildungsbedingungen zu beschäftigen. Das Studium der Genesis der Sedimentgesteine ist eine Hauptaufgabe der Stratigraphie. Entwicklungsgeschichtliche Biologie oder die Biogenesis, die Wissenschaft von der organischen Entwicklung, zerfällt wieder in Phylogenesis und Zoogenesis und beschäftigt sich mit der Entwicklungsgeschichte (Ontogenie) und der Stammesgeschichte (Phylogenie) der Lebewesen. Die Paläontologie behandelt das Leben vergangener Zeiten. Indem sie die Phylogenie durch die aufeinanderfolgenden geologischen Perioden zurück verfolgt, ergänzt sie andererseits die Neobiologie, d. h. das heutige Leben, und stellt Beziehungen her zwischen den anorganischen und organischen Wissenschaften. Hydrogenesis, Atmogenesis und Pyrogenesis haben sich als Zweige einer historischen geologischen Wissenschaft bisher wenig entfaltet.

Indem die Stratigraphie besonders die Genesis der Schichtenserie behandelt, schließt sie auch die Gesteine selbst ein, ihren Aufbau, ihre Struktur und die Morphologie der Erdoberfläche während ihrer Bildung. Außerdem umfaßt sie auch die Paläogeographie oder die Geographie vergangener Zeiten, wie sie sich in der Verteilung von Wasser und Land sowie in dem Einschluß organischer Reste offenbart. Noch kann sie nicht die mannigfaltigen katastrophalen Ereignisse zu den verschiedenen Zeiten außer acht lassen, sofern sie eben auf die Bildung der Schichten einen Einfluß ausüben. Mit anderen Worten: Die Stratigraphie ist die Wissenschaft von der Entwicklung der Lithosphäre seit dem Archaicum.

Im folgenden Kapitel gibt der Verfasser eine eingehende Darstellung der Atmosphäre, im III.—V. Kapitel der Hydrosphäre, im VI.—XXI. Kapitel der Lithosphäre, im XXII. Kapitel der Pyrosphäre, im XXIII. Kapitel der Centrosphäre oder Barysphäre und im XXIV.—XXX. Kapitel der Biosphäre. Die Bedeutung der Lithosphäre für die Stratigraphie geht aus dem Umstande hervor, daß etwas mehr als die Hälfte des Buches der Besprechung derselben gewidmet

ist. Das XXXI. und XXXII. Kapitel behandeln die Einteilung, die Wechselbeziehungen und die Paläogeographie der geologischen Formationen. Jedem einzelnen Kapitel ist noch ein ausführliches Literaturverzeichnis beigegeben.

Was dem Werk des amerikanischen Forschers besonders einen so hohen Wert gibt, ist seine gründliche Kenntnis der europäischen stratigraphischen Verhältnisse. Immer und immer wieder muß man die große Sorgfalt in der Darstellung und Durcharbeitung des vorhandenen weit verstreuten Materials anerkennen. Der Leser wird vieles über deutsche geologische Verhältnisse in dem Buche finden, was er in manchem deutschen Lehrbuche vermissen wird. Indem so der Verfasser überall auf deutsche, französische, englische Verhältnisse Bezug nimmt, werden Schlaglichter geworfen und Anregungen gegeben, die dieses Buch für jeden deutschen Geologen zu einer Fundgrube für weitere Forschungen machen. Es wäre sehr zu wünschen, wenn dieses ausgezeichnete Buch auch in deutscher Übersetzung erschiene und seinen befruchtenden Einfluß in immer weitere Kreise trage.

Das gut ausgestattete vortreffliche Buch ist dem Meister auf dem Gebiete der Biogenesis und Lithogenesis, Professor Dr. *Johannes Walther*, Ordinarius für Geologie und Paläontologie an der Universität Halle a. S., gewidmet.

V. Hohenstein, Halle a. S.

**Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie.** Bd. II, Lieferung 5 (Preis M. 9,10) und 6 (Preis M. 6,50), Bd. III, Lieferung 3—5 (Preis je M. 6,50). Dresden und Leipzig, Th. Steinkopff, 1914.

Das rasche Erscheinen dieses Werkes, das im Geleitwort zum 1. Bande in Aussicht gestellt wurde, scheint durch den Krieg keine Stockung zu erfahren. Die 1. Hälfte des 2. Bandes, die der Kieselsäure und den einfachen Silikaten gewidmet ist, findet mit der 5. Lieferung ihren Abschluß. Es werden darin die Silikate des Mangans, Eisenoxyduls, Nickels, Kupfers, Zinks und Bleis behandelt, außerdem ein Abschnitt „Über Jadeit und Nephrit“. Mit Lieferung 6 beginnt die Besprechung der Silikate dreiwertiger Metalle, nämlich der Aluminiumsilikate, der Eisenoxydsilikate und der Chromoxydsilikate. Von besonderer Bedeutung ist das Kapitel „Wasserhaltige Aluminiumsilikate“ von *H. Stremme*, das die Chemie und Genesis der Tonmineralien behandelt. Wer sich über dieses schwierige Thema und die Polemik darüber unterrichten will, findet hier von berufener Seite ausführliche Belehrung. Weiter ist der klar und allgemein verständlich geschriebene Abschnitt „Die Chemie des Porzellans“ von *R. Rieke* hervorzuheben.

Die neuen Lieferungen des III. Bandes behandeln die Phosphate, das Arsen und die Arsenate, Antimon und seine Verbindungen, sowie endlich das Wismut. Es kommen hierbei größtenteils seltenere Mineralien in Betracht. Besonders erwähnt seien aus Lieferung 3 die Abschnitte über Apatit, Phosphorite und die Thomasschlacke, aus Lieferung 4 der Abschnitt „Über die Darstellung und Verwendung der seltenen Erden“ von *K. Peters*. Überhaupt ist die Behandlung ausgewählter Kapitel aus der chemischen Technik, soweit sie mit mineralischen Rohprodukten zu tun hat, ein sehr verdienstliches Unternehmen des Werkes.

J. Uhlig, Bonn.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

RECEIVED  
JUN 25 1915  
U. S. Department of Agriculture

Heft 9.

26. Februar 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Naturwissenschaften im Weltkriege:

III. Die Schlachtfelder in geographisch-geologischer Hinsicht. Von *Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau*. S. 101.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. S. 110.

Zeitschriftenschau:

Geographische Zeitschrift. S. 111.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. S. 112.

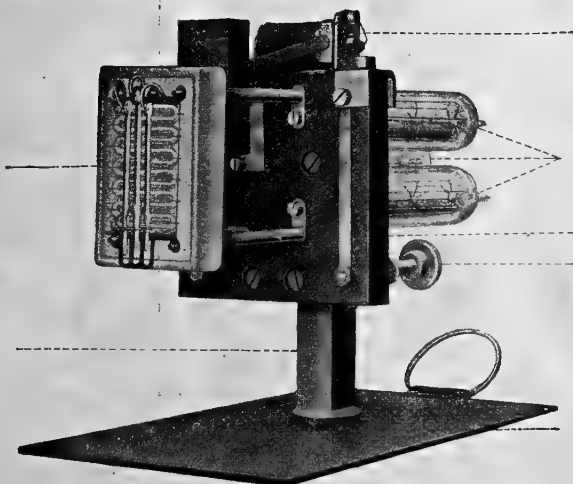
Archiv für Elektrotechnik. S. 112.

Verhandlungen der deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 112.

## Allgemeine Elektrizitäts- Gesellschaft

Abt. Nernstlampen

Abt. Nernstlampen



Neue  
Preisliste  
für  
Projektions-  
Lampen

erschienen.

# ZEISS PUNKTAL-GLÄSER

Neue punktuell abbildende Brillengläser

## Korrektions- brillengläser

für Kurz- u.  
Weitsichtige

## Deutliche Abbildung

bei jeder Blick-  
richtung von der  
Mitte bis zum  
Rand des Glases



Altes bikonvexes  
Brillenglas

0°	nr	nr	0°
10°	nr	nr	10°
20°	nr	nr	20°
30°	nr	nr	30°

Neues Punktalglas  
von CARL ZEISS, Jena



Diese Bilder  
werden wahrgenommen bei einer Ablenkung  
der Blickrichtung  
um 10°, 20°, 30° von der Achse

## Wesentlich grösseres Blickfeld

als bei den ge-  
wöhnlichen  
Brillengläsern

## Ausnutzung der natürlichen Beweglichkeit des Auges

Der Träger von Zeiss-Punktalgläsern orientiert sich in der Umgebung ebenso wie der Normalsichtige durch das Blicken. Die Beweglichkeit seiner Augen wird nicht eingeschränkt wie es bei den alten Brillengläsern der Fall ist, die den Brillenträger beim Fixieren oben, unten oder seitlich gelegener Objekte zu Kopfwendungen nötigen.

Brillen mit Punktalgläsern sind daher ohne Mechanismus auch als Schießbrillen verwendbar

Zeiss - Punktal - Gläser  
sind nur durch Optiker  
zu beziehen

Berlin  
Hamburg  
Mailand

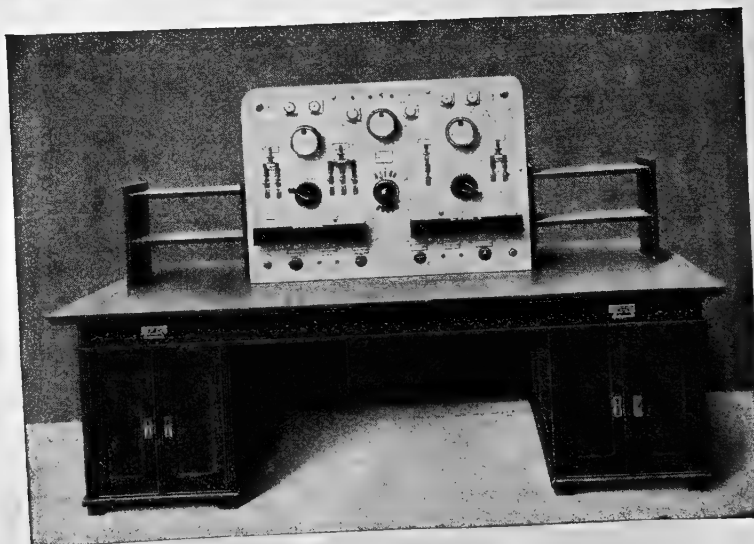


Wien  
Buenos  
Aires

Prospekt Opto 49  
kostenfrei

# Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Arbeitstisch für Elektrolyse, mit 4 Arbeitsplätzen und Experimentier-  
schalttafel; für ein chemisch-physikalisches Laboratorium



# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

26. Februar 1915.

Heft 9.

## Die Naturwissenschaften im Weltkriege.

### III. Schlachtfelder in geographisch-geologischer Hinsicht<sup>1)</sup>.

Von Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau.

Generalfeldmarschall von Hindenburg hat auf die Ernennung zum Ehrenmitglied einer wissenschaftlichen Gesellschaft mit den treffenden Worten gedankt, daß die Siege nicht nur mit Kugel und Bajonett, sondern ebenso sehr mit geistigen Waffen erfochten würden. Er meinte damit weniger die geistige Arbeit, die ein Heerführer als solcher zu leisten hat, mag es sich um den Aufmarsch der Heere oder um die Anordnung zu einem Kampfe handeln; gemeint war die Gesamtheit der Vorarbeiten, also die Organisation des Heeres, die Erforschung und genaue Untersuchung des voraussichtlichen Kampfgebietes, die Regelung der Eisenbahnverbindungen und des Verpflegungswesens, kurz der weite Bereich der Vorbereitungen eines modernen Riesenkampfes. Für uns, die wir dem Ringen der Heere aus der Entfernung zu folgen gezwungen sind, ist dieses Verfolgen der Märsche auf der Karte, der Vergleich der oft entlegenen Schlachtfelder mit besser bekannten Gebieten, eine der wenigen Formen der Anteilnahme, welche die lakonischen Berichte der obersten Heeresverwaltung gestatten. Wie hoch die wissenschaftliche Erforschung des Kampfgebietes von jeher eingeschätzt wurde, beweist ein historischer Rückblick auf die geographischen Interessen großer Feldherren ebenso wie der Umstand, daß die geographische Einzelaufnahme des Landes in Europa überall die Aufgabe des Generalstabes ist. *Moltke* war nicht nur der erste Strategie seiner Zeit, er hat auch mit einer wahren Leidenschaft geographische Studien getrieben. Die Meßtischaufnahme der Campagna di Roma, die Karte des Bosphorus und vor allem die Entdeckung des Euphratursprunges weit im Norden in der Nähe des Schwarzen Meeres verleihen dem großen Strategen einen hohen Rang auch in der wissenschaftlichen Geographie der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

In welcher Weise der Versuch gemacht werden soll, die geographische Bedeutung der Schlachtfelder des Weltkrieges zu begreifen, möge ein gut bekanntes Beispiel aus früherer Zeit erläutern. Der Verlauf und der Ausgang der Schlacht an der Katzbach beruht auf dem Verständnis der Eigenart der schlesischen Gebirgs-

flüsse<sup>1)</sup>. Die meist geringfügigen Wasserläufe können durch ein Sommerhochwasser innerhalb kurzer Zeit derart anschwellen, daß ihre Durchfurchung für ein Heer vollkommen unmöglich wird. Die Erklärung hierfür bildet wiederum die Steilheit des sudetischen Ostrandes und der in anderen Mittelgebirgen fehlende Niederschlagsreichtum des Hoch- und Spätsommers. Es sind also geographisch-geologische oder meteorologische Verhältnisse — wie 1915 bei Soissons —, welche den Sieg dem Heerführer verliehen haben, der diese Vorbedingungen genau kannte und zu benutzen wußte. Auch der Weltkrieg, dessen Zeugen wir sind, hat sich wiederholt auf Schlachtfeldern abgespielt, deren Eigenart nur der siegreiche Heerführer genau gekannt hat, so daß der Sieg 1813 wie 1914 offenbar auf der gründlichsten Kenntnis des Schlachtfeldes beruhte.

In den ausgedehnten Bereich der geistigen Waffen des Krieges fallen die Berichte der obersten Heeresleitung, die, ohne über die dem Gegner zu verheimlichenden Bewegungen Auskunft zu geben, die mitteilbaren Vorgänge berichtet, zuweilen auch gegenüber den Verlautbarungen des Feindes den Ton überlegener wissenschaftlicher Ironie annimmt. So, wenn der Generalstab den Franzosen die Sinnlosigkeit der Beschießung der weit hinter der Front liegenden Dörfer klar macht, wo es den französischen Granaten „gelungen ist, 50 ihrer eigenen Landeseinwohner zu töten“. Oder wenn die verminderte Wirksamkeit der deutschen Geschosse zugegeben wird. „Es seien aber solche französische und belgische Herkunft gewesen; da die ungeheure Menge erbeuteter Geschosse unschädlich gemacht werden mußte, erschien es naheliegend, sie dem Gegner auf diesem Wege wieder zuzustellen.“ Derartige Widerlegungen dienen einerseits der notwendigen Klarstellung und geben andererseits dem Leser die Gewißheit der geistigen Überlegenheit der deutschen Heeresleitung.

Von den Kriegsvorbereitungen, die unter den Begriff der geistigen Waffen fallen, ist am meisten über die technischen Erfindungen, die Zeppeline und Luftschiffe, Unterseeboote und die Wirkung neuer, alles zerschmetternder Geschütze oder „Lufttorpedos“ in die Öffentlichkeit gedrungen. Aber wenn auch hier manches sogar durch photographische Darstellung bekannt geworden ist, so

<sup>1)</sup> Vor hundert Jahren hatte das Hauptquartier der Schlesischen Armee, das in seiner Zusammensetzung und seinen Anschauungen den modernen Anschauungen am nächsten stand, den Geologieprofessor der Breslauer Hochschule von *Raumer* einberufen, um dessen Geländekenntnisse der schlesischen Gebirge zu verwerten.

<sup>1)</sup> Der obige Vortrag ist als erster in der Reihe der Kriegsvorträge Breslauer Hochschullehrer am 7. Januar in Breslau gehalten worden.

überwiegt doch die Menge der zur öffentlichen Besprechung nicht geeigneten Fragen.

Es bleiben also vor allem die *geographischen Probleme* des Geländes und seiner Bedeutung für den Verlauf der Schlachten übrig.

Warum sind nun die Angriffe auf die Anwerpener Forts — trotz der Überschwemmung — rasch vorgeschritten, während seit Wochen und Monaten der Angriff an dem ebenfalls überschwemmten Ysertal stockt?

Warum haben in Ostpreußen die zwei ersten Schlachten bei Tannenberg und den Masurischen Seen sowie die Winterschlacht mit der Vernichtung oder mit der regellosen Flucht der Russen geendet, während weiter südlich in Polen zwar wichtige Erfolge errungen werden, denen jedoch eine rasche Entscheidung wie in Preußen versagt blieb?

Diese Fragen erscheinen um so berechtigter, als auf deutscher Seite die Heere und die Führer — von *Beseler* und *Hindenburg* — dieselben geblieben sind und man auf feindlicher Seite nach den Niederlagen der Truppen der ersten Linie



Fig. 1. Typisches Bild der Höhenzüge im Dreieck Reims-Soissons-Laon: Kalksteinfelsen mit Höhlen aus prähistorischer Zeit oder auch jüngeren Datums, da noch heute der Kalkstein durch Tagebau herausgebrochen wird.

eher eine verminderte als vermehrte Widerstandskraft erwarten sollte. Es ergibt sich wohl ohne weiteres, daß derartige Verschiedenheiten des Erfolges vor allem aus der *abweichenden Beschaffenheit des Geländes* erklärt werden müssen.

Während in Ostpreußen wie in Flandern geographisch-morphologische Verhältnisse die Verteilung der Seen, Sümpfe oder der leicht unter Wasser zu setzenden Niederungen den Verlauf der Heeresbewegungen beherrschen, steht in Polen das Vorhandensein oder Fehlen der Eisenbahnen im Vordergrund der Ereignisse. Wieder anders liegen die Verhältnisse in *Nordfrankreich*, d. h. in einem wohl angebauten Lande mit sehr mannigfaltigem geologischem Untergrunde und guten Eisenbahnverbindungen.

In dem Sturmhauf der ersten Kriegswochen schien es hier keine Hindernisse für das vordringende Heer zu geben. Waldgebirge mit steil eingeschnittenen Tälern, wie die Ardennen, wurden unter verlustreichen Kämpfen ziemlich schnell, wenn auch weniger rasch durchschritten als das offene Land.

Das änderte sich erst im zweiten Teile, als der Bewegungskrieg sich zum Stellungskampf entwickelte. Während die Argonnen anfangs rasch durchschritten waren, kam es hier später zu langwierigen, hartnäckigen Waldgefechten. Aber der Verlauf der Kämpfe in anderen unbewaldeten Gebieten zeigt dieselben Merkmale des Eingrabens, der hartnäckigen Verteidigung und eines langsam vorschreitenden Angriffes — mag der Untergrund aus der weichen Kreide der Champagne, dem Grobkalk von *Soissons* (Fig. 1) und Craonne oder den ihm zwischengelagerten Sanden und Mergeln bestehen. Oder mit anderen Worten: die moderne Form des langwierigen Stellungskampfes zwischen zwei gleich starken und ungefähr gleichartig bewaffneten Gegnern ist nur noch wenig abhängig von dem Untergrunde, dem Fehlen oder Vorhandensein des Waldes. Als wichtigstes Moment stellt sich dagegen die Ausdehnung der *Wasserflächen* und noch mehr die der *Sümpfe* und *Moräste* heraus, deren Überbrückung schwer oder gar nicht möglich ist. Es ist dies die Eigenart der Kriegsschauplätze in Ostpreußen und Flandern.

## I.

### Der Kriegsschauplatz in Ostpreußen und Polen.

Die mannigfachen Seengebilde der norddeutschen Ebene sind von sehr verschiedener Bedeutung für die Oberflächenformen; ihnen allen ist gemeinsam, daß sie nur in den nördlichen unwaschenen Glaciallandschaften zwischen Mecklenburg und Ostpreußen gut erhalten sind; weiter südlich, z. B. in Polen, in Schlesien und dem Königreich Sachsen, d. h. in den seit langer Zeit vom Eise verlassenen Gebieten, sind diese Zeugen der Eiszeit durch Zuschüttung, Abzapfung oder Vortorfung, d. h. durch die heute noch wirkenden Kräfte zum Verschwinden gebracht.

Für die ostpreußischen Seen kommen vornehmlich vier verschiedene Formen der Entstehung in Frage, die sich unter Umständen miteinander kombinieren können:

a) Die *Rinnenseen* sind schmale, flußartige Gebilde mit scharf eingeschnittenen Rändern, die vorwiegend von Nord nach Süd verlaufen und häufig von Sümpfen oder Torfmooren, d. h. von unvollkommen verlandeten ehemaligen Seeflächen unterbrochen sind. Fig. 3, 4, 7, 8.

b) Die großen und kleinen Seen der *Grundmoränenlandschaft* besitzen dagegen ganz unregelmäßige Form und Tiefe. Fig. 1, 3.

c) *Stauseen* können sich entweder hinter den *Wällen* der alten *Endmoränen* angesammelt<sup>4)</sup>

<sup>4)</sup> Hier dient als Erläuterung das Bild des Bojums-Gletschers in Norwegen (Endmoränenwall und Rinne der Schmelzmasse) sowie vor allem der Stausee (Weißer See) aus den Vogesen, der am Ausgange eines Kars mit steiler Wandung aufgestaut ist. Das Bild aus dem Elsaß veranschaulicht gleichzeitig die Landschaftsform der Grenzgebirge von Süddeutschland und Frankreich, wo in die gerundeten Mittelgebirgskämme der Vogesen die vom Spaltenfrost geschaffenen Kare nischenförmig einschneiden. Fig. 5 u. 9.

haben und stehen dann sehr häufig mit Seerinnen in Verbindung: die Lage des Sees entsprach der langsam schmelzenden Eismasse, die Rinne der Tätigkeit der Schmelzwässer. Fig. 2, 4, 5, 9.

d) *Stauseen des Eisrandes* bildeten sich dagegen durch die Ansammlung der von dem Mittelgebirge nach N fließenden Ströme und Bäche und sind daher als solche nur mehr in Resten

und damit die Auflösung in einzelne Wasserflächen. Fig. 4, 5.

Diese Entwicklung findet sich in den Seen der Umgebung Berlins wieder, wo der bekannte Zug der Grunewaldseen, Schlachtensee, Krumme Lanke, Halensee, einen langen, zum Teil nur durch spätere Moorbildung unterbrochenen See darstellt. Rinnenseen finden sich ebenso wohl

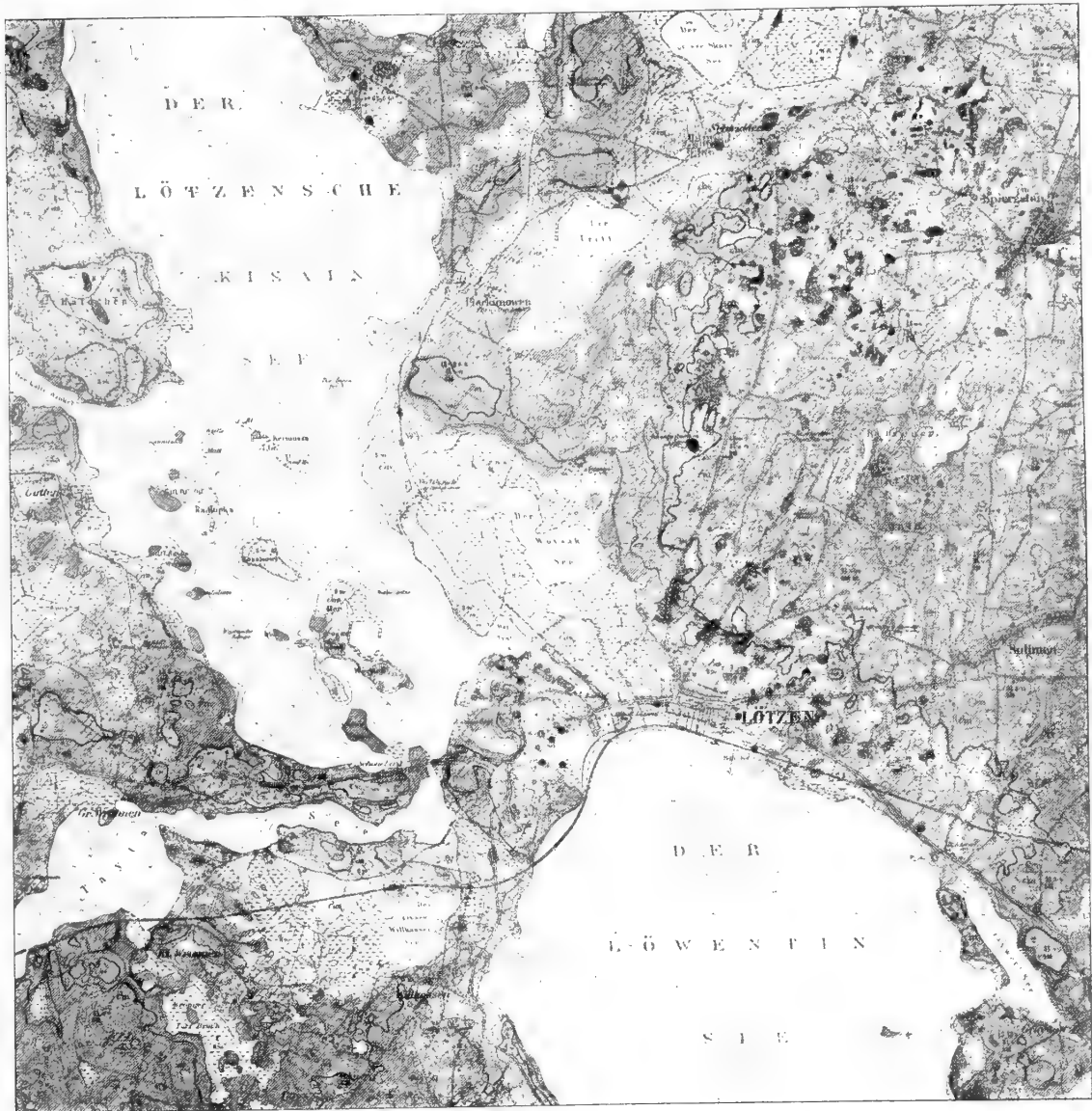


Fig. 2. Verkleinerung. Aus dem Meßtischblatt Sektion Lötzen.   Moor. Ca. 1: 75 000.

vorhanden. Ihre Bedeutung beruht auf der Einebnung weiter Flächen im südlichen Ostpreußen und Polen.

a) Die Entstehung der Rinnenseen geht auf die Erosion der mächtigeren Flußläufe der Abschmelzperiode zurück. Sie stellen die Rinnsale dar, welche die Schmelzwasser beim Rückzug des Eises bildeten; in den meisten Fällen bedingt die ursprünglich ungleiche Tiefe des Rinnensees die an verschiedenen Stellen einsetzende Torfbildung

zwischen den unregelmäßigen Hügeln der Grundmoränen — wie in der ebenen, sandigen Heide-landschaft oder als Durchbruchstäler im Bereich der Endmoränenwälle.

b) Die Seen der Grundmoränenlandschaft zeigen im Gegensatz zu den regelmäßigen Umrissen und der gleichförmigen Tiefenanordnung der Rinnenseen einen der unregelmäßigen Oberfläche der Grundmoränen entsprechenden Umriss und eine vollkommen regellose Ver-

teilung der Tiefen. Der obere (gelbe) Geschiebemergel, der die unruhigen Landschaftsformen der älteren Sande und Mergel überkleidet, reicht von den Höhen bis an oder bis unter den Meeresspiegel. Eine große Anzahl der Gewässer der baltischen Seenplatte, vor allem die bedeutenden Seen Mecklenburgs, Pommerns und Ostpreußens (Spirdingsee) gehören der Grundmoränenland-

der Diluvialbedeckung sich zu größeren Höhen erhebt. Sicher ist, daß dieses ganze große Gebiet auf weite Strecken hin ausschließlich aus eingeebneten, verschiedenen Terrassen angehörigen Sanden aufgebaut ist und daß es sich auch als ganzes nach Süden abdacht. Diese weite polnische Ebene ist nur von den älteren oder jüngeren Flußtälern durchschnitten und bildet somit einen be-

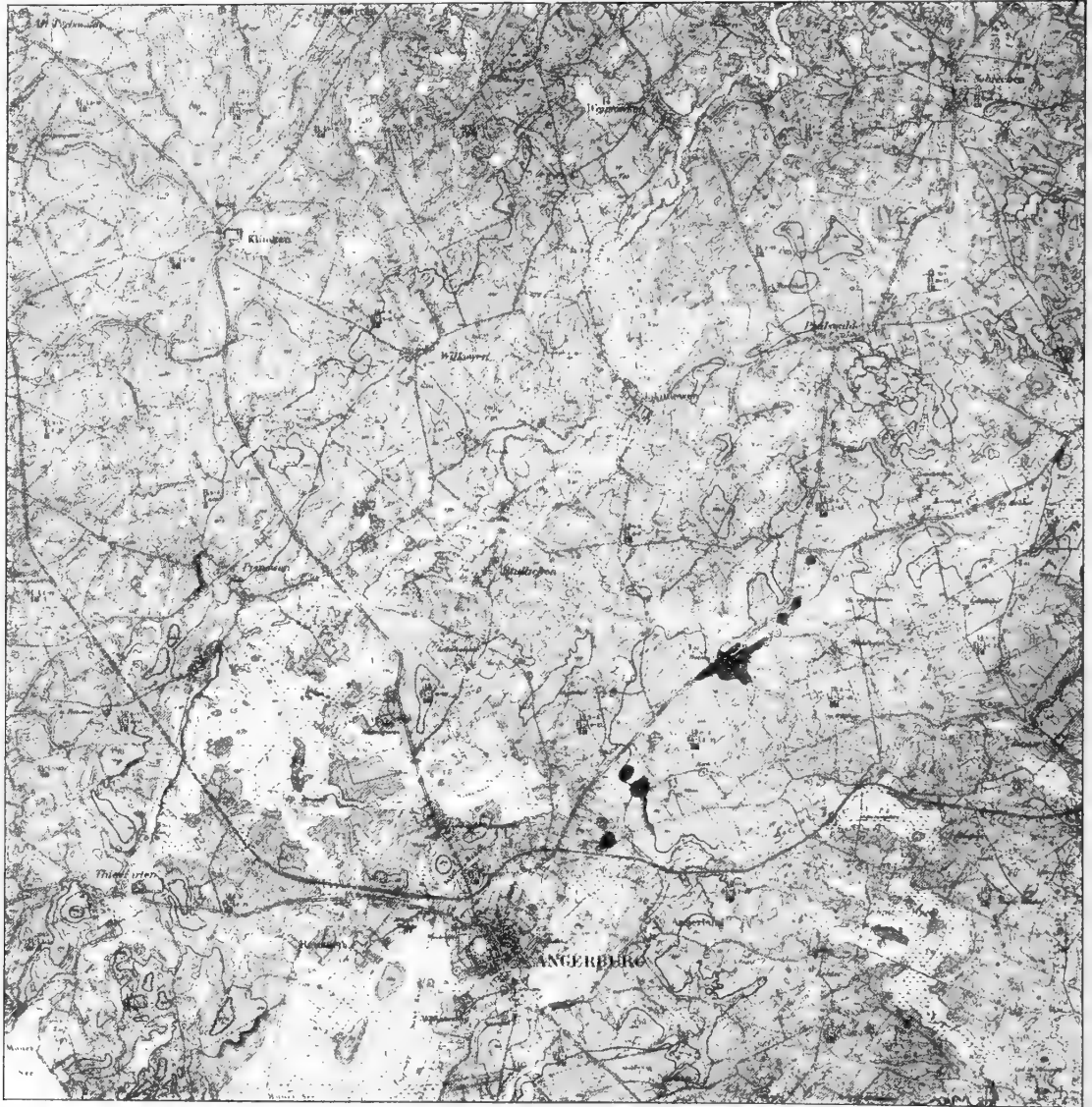


Fig. 3. Meßtischblatt Sektion Angerburg. [Moor] Moor. Ca. 1:75 000.

schaft an. Ein besonders bezeichnendes Beispiel enthält die schlachtherühmte Umgebung von Angerburg. Fig. 3.

c) Endlich ist es nach den neueren Aufnahmen in Ostpreußen wahrscheinlich, daß in dem Gebiet des Baltischen Höhenrückens ein großer Binnensee bestanden hat, der über Preußens Grenzen weit nach Rußland hineinreichte und dessen Südufer dort lagen, wo in der Lysa Gora und den Vorbergen der Karpathen anstehendes Gebirge aus

merkenswerten Gegensatz zu der Hügel- und Seelandschaft Ostpreußens.

Auf der ostpreußischen Seenplatte treten nun die verschiedenen Seenformen miteinander in Kombination derart, daß sie entweder das Eindringen des Feindes hindern oder dem fliehenden Eindringling verderblich sind: die Feste Boyen bei Lötzen, welche als „Seefestung“ die Enge zwischen zwei großen Seen der Grundmoränenlandschaft deckt, wurden immer wieder mit glei-



chem negativem Erfolg von den Russen angegriffen. Ein milder Winter, wie es der jetzige bis Anfang Januar blieb, ist dabei das wichtigste Annäherungshindernis.

Die langen Rinnenseen sind einem fliehenden Feind besonders dadurch verderblich, daß ihre Wasserfläche durch trügerisches Land, d. h. durch die vermoorten, kaum für Fußgänger passier-



Fig. 4. Aus den Meßtischblättern Sektion Ortelsburg und Sektion Schiemanen. [Moor.] Ca. 1:75 000.



baren, für Reiter und Wagen verderblichen Strecken unterbrochen werden.

Eine wahre „Russenfalle“ entsteht aber (vgl. den Süden des Meßtischbl. *Ortelsburg* und den Norden von Sektion *Schiemanen*), wo sich an einen Grundmoränensee zwei nordwärts gerichtete Rinnenseen derart angliedern, daß sich hier und da scheinbare Brücken, d. h. Moor- und Sumpfflächen, einschieben. Ob gerade hier der Untergang eines Teils des Russenheeres erfolgt ist, werden wir wohl erst später erfahren. Aber es gehört bei der Betrachtung der Kartenblätter nur wenig Phantasie dazu, um sich die Einzelheiten auszumalen. (Fig. 4.)

Die Blätter der ostpreußischen Seenplatte zeigen schon durch die ungemeine Sorgfalt ihrer Ausführung (selbst ohne Vergleich mit der Natur), mit welchem Fleiß die topographische Abteilung unseres Generalstabes hier ihrer Aufgabe gerecht geworden ist. Die geologische, mit gleicher Sorgfalt ausgeführte Farbengebung erhöht noch die Anschaulichkeit des rein topographischen Bildes, da seit der Arbeit des Eises und seiner Schmelzwässer eine, geologisch gesprochen, verhältnismäßig kurze Zeitspanne — 12 bis 15 000 Jahre — verflossen ist.

Vor etwa einem Jahrzehnt ist der Gesetzentwurf für weit ausgedehnte Trockenlegungen und Meliorationen der ostpreußischen Sümpfe und Torfmoore entstanden. Es wird glaubwürdig berichtet, daß neben der Bewegung für Naturschutz und Naturdenkmalspflege sich auch militärische Kreise gegen diese Gedanken ausgesprochen hatten, da der Plan für eine erfolgreiche Abwehr russischer Einfälle schon damals ausgearbeitet war. Jedenfalls sind für alle Zukunft die Seen und Moore Masurens nicht nur ein Wahrzeichen der Arbeit des nordischen Eises, sondern vor allem das Denkmal eines der stolzesten Siege der Weltgeschichte, den Feldherrngenie und hingebende Tapferkeit erstritten haben.

#### *Rinnenseen, Fjörden und Fjorde.*

Wenn Rinnenseen von der oben beschriebenen Form den heutigen Meeresküsten derart genähert sind, daß das Meerwasser in die Hohlform eintritt und lange Buchten mit scharfen Rändern und verhältnismäßig bedeutender Tiefe bildet, so entstehen die in Holstein als Fjörden bezeichneten Oberflächenformen. Sie bilden vortreffliche, ausgedehnte und geschützte Häfen; der Kieler Hafen, der beste natürliche Hafen der Ostsee, die Schlei, die Flensburger und Eckernförder Schleswig-Holsteins haben mit den bekannten norwegischen Fjorden die Ähnlichkeit der letzten Entstehungsursache — bei großer Verschiedenheit des Gesteinsuntergrundes — gemein. Im nordenglischen Lakeland, d. h. in der Grafschaft Cumberland und Westmoreland, begegnen wir Rinnenseen, die teils mehr an die binnenländische Fortsetzung norwegischer Fjorde, teils an norddeutsche Rinnenseen erinnern; der Conistonsee in dem

Hügelland südlich der höheren Berge erinnert schon an manche heimischen Landschaftsbilder und noch mehr an die der fjordähnlichen Fjörden Irlands. (Fig. 7.)

An der Nordostküste Irlands findet sich eine Übergangsbildung zwischen Fjörden und Fjorden,



Fig. 5. Bojums-gletscher. Der norwegische Bojums-gletscher ist ein Ausläufer des Plateaeises und dient zur Erläuterung der verschiedenen Oberflächenarbeit des Eises. Links Mittelgrund: wallförmige Endmoräne, die einen See aufzustauen vermag. Rechts im Vordergrund: Die tief eingeschnittene Rinne der Schmelzwässer — als Beleg für Entstehung der Rinnenseen.



Fig. 6. Kerguelen-Insel. Die unregelmäßigen Seen der Grundmoränenlandschaft und der in das Gestein eingeschliffenen Seewannen. (Aufnahme der deutschen Südpolar-Expedition.)

die neuerdings als Zufluchtsstätte der „mutigen“ englischen Flotte strategisch wichtig geworden ist. An die Fjorde erinnert hier der felsige Untergrund des Landes, dessen geringe Höhe wieder mehr an die norddeutsche Ebene gemahnt. Das tiefe Fahrwasser und der geschützte Ankergrund des durch den Untergang der „Audacious“ be-

kannt gewordenen Lough Swilly erinnert sowohl an Fjorde wie an Föhrden.

Weit verschieden von der ostpreußischen Seenplatte ist die Oberfläche der Landschaft in *Russisch-Polen*. Bildet die Seenplatte eine Fortsetzung der gleichartigen Oberflächenformen in Pomerellen, Hinterpommern und Mecklenburg, so schließt sich Polen durchaus an Posen und Brandenburg an. Seen sind nur in einzelnen Strichen erhalten, dafür wird das Gelände durch alte, breite, vielfach versumpfte ostwestliche Längstäler beherrscht, welche streckenweise von den heutigen, vorwiegend nach Norden und Nordwesten strömenden Flüssen benutzt werden.

Diese Längs- oder Urtäler bezeichnen die Rückzugsstadien der großen Eisdecke, die ruckweise nach Nordosten zurückwich. Sie wurden durch die am Rande der Eisdecke in NW-Richtung entlanglaufenden Schmelzwässer erodiert. Das südlichste der Täler, das Breslau-Magdeburger (I), ist z. T. identisch mit dem heutigen Odertal, das in nord-nordöstlicher Richtung durchbricht, und dann mit dem nächsten, dem Glogau-Baruther, in Verbindung tritt. Hierauf beruht der Zickzacklauf der Oder nordwestlich von Breslau. Das dritte der Täler zieht in der Richtung von Warschau nach Berlin und ist in komplizierter Weise mit dem nördlichen und südlichen vereinigt.

Die großen ostwestlichen Längstäler bilden auch in der polnischen Landschaft die einzigen ausgeprägten Geländeabschnitte und sind daher strategisch mehrfach von Wichtigkeit geworden. Dem von Warschau nach Berlin ziehenden gro-

der SN-Richtung umbiegt, scheint ein besonders schweres Geländehindernis gebildet zu haben, das jedoch umgangen werden konnte. Zwischen dem Mittellauf der Bsura und dem mittleren ostwestlich verlaufenden Warthetal folgt das Flübchen Ner zwischen dem viel umkämpften Lenczyca<sup>1)</sup>



Fig. 8. Assyntsee in Nordschottland. Ein durch Zutorfung teilweise verschwundener Rinnensee. Im Hintergrunde der Ben Nevis.

und Kolo dem großen Längstal. Doch ist der Warthelauf bei dem mehrfach umstrittenen Kolo und Konin jüngerer Ursprungs, so daß auch hier nicht die älteren, sondern nur die jüngsten Gelände-

<sup>1)</sup> I. Es sei hier an die im Bereiche des Berlin-Warschauer Urtals sich abspielenden strategischen Bewegungen erinnert:

Mitte November begannen die Russen auf der ganzen Linie ihre groß angelegte Offensive; Angriffe gegen die ostpreußische Grenze, insbesondere bei Stallupönen, Eydtkuhnen und Soldau, wurden indes nach sehr heftigen Kämpfen abgewiesen. Der russischen Offensive in Polen kam der etwa gleichzeitig einsetzende Angriff der Deutschen zuvor. Am 13. und 14. November wurde ein russisches Armeekorps bei Wloclawek geschlagen und ihm zahlreiche Gefangene abgenommen. Zwei weitere zu Hilfe eilende Korps erlitten am 15. bei Kutno, wenig nördlich des großen Längs- oder Urtals, eine entscheidende Niederlage. 28 000 Gefangene wurden gemacht und zahlreiche Geschütze und Maschinengewehre erbeutet. Während schwächere deutsche Kräfte unter General von Morgen die Verfolgung dieser in östlicher Richtung ausweichenden Kräfte übernahm, schwenkte die Masse der Armee Mackensen nach Süden ein und ging beiderseits Lenczyca über den Nerabschnitt, d. h. über das Warschau-Berliner Urtal vor, nachdem es zuvor gelungen war, ein bei Dombic stehendes russisches Korps zu schlagen.

II. Anfang Dezember gingen nun die Deutschen nach dem Eintreffen von Verstärkungen von neuem auf der ganzen Front zum Angriff über; es gelang ihrem starken rechten Flügel, in die in der Mitte der russischen Linie bestehende Lücke einbrechend, Lask zu nehmen und, in der Richtung auf Pabianice vordringend, die russische Stellung südwestlich Lodz zu umfassen. Hierdurch wurden die Russen gezwungen, in der Nacht vom 5. zum 6. Dezember ihre zähe behaupteten Stellungen um Lodz und dieses selbst zu



Fig. 7. Conistonsee. Der Conistonsee, ein Rinnensee in Nordengland. Übergang von Fjord und Föhrde, ähnlich dem Lough Swilly in Nordirland.

ßen Längstal folgt zuerst die in die Weichsel mündende, rd. 10 m tief eingeschnittene Bsura, deren Unterlauf in der Gegend von Sochatschew und Lowitsch der Schauplatz erbitterter und langwieriger Kämpfe im Dezember 1914 gewesen ist. Diese unterste Bsura, die aus dem OW-Tal zu

formen für den Verlauf der Kämpfe bestimmend waren.

Im wesentlichen fehlen in Posen die Seen, die für das russische Heer in Ostpreußen so verhängnisvoll geworden sind, und die Trennung des Kriegsschauplatzes durch die brückenlose Weichsel war wohl für den Angreifer eher nachteilig. Doch verstand es das Feldherrngenie *Hindenburgs* und seines Stabes, in diesem vorwiegend offenen Lande unter Benutzung der auf deutscher Seite reichlich vorhandenen, in Polen vorher zerstörten Eisenbahnen dem Gegner die Flanke ab-



Fig. 9. Der Weiße See bei Colmar am Kamme der Vogesen. Ein typischer Stausee. Links: die stauende Endmoräne. Im Hintergrunde die Karwand. Gleichzeitig ein Bild aus den Grenzkämpfen im Elsaß.

zugewinnen, ihn überraschend zu schlagen, arg zu schwächen und damit in die Defensive zu drängen. Es handelt sich also um eine auf der Verkehrsgeographie beruhende Feldherrnkunst, während die Führung in Ostpreußen auf genauer Kenntnis der physischen Erdkunde beruhte.

## II.

### *Der Kriegsschauplatz in Flandern.*

Der mannigfache Wechsel von Dünen- und Meeressand, von Torf und dem innerhalb der Deiche abgelagerten Ton (Polderton) entrollt — zusammen mit historischen Funden und Überlieferungen — eine Geschichte des flandrischen Küstenlandes; der Anfang reicht weit über den Beginn der Gallierzeit, d. h. der Bronze und Bronze-Eisen-Periode, ja über den Beginn histo-

räumen und hinter die NS fließende *Niazga* zurückzu-

gehen. Auch der linke Flügel der nördlichen deutschen Gruppe, der sich inzwischen über *Slow* bis zur Weichsel ausgedehnt hatte, machte erhebliche Fortschritte und gelangte bis dicht vor Lowitsch und an den *Bsura-Abschnitt*. Die lange Verteidigung dieses dem Warschau-Berliner Urtal entsprechenden *Bsura-Abschnittes* beruht darauf, daß sein Boden mit Sümpfen bedeckt und daher bei nassem Wetter unpassierbar war.

rischer Überlieferung im Nil- und Euphratlande hinaus.

Die Anfänge der erdkundlichen Entwicklung Flanderns beginnen mit der Abtrennung Englands vom Festland, die im Zusammenhang mit der Erweiterung der vorhistorischen Rheinmündung



Fig. 10. Die flandrische Torfniederung: La Panne im westlichen belgischen Flandern.

vor sich ging. Der *Rhein* mündete in der Nach-eiszeit zwischen Boulogne und Folkestone in eine Bucht des Ozeans. Die westliche Umbiegung der Rheinmündung war durch die Ausbreitung nordischer (skandinavischer) Eisablagerungen bestimmt, die auf dem Festland genau bis zur heutigen Rheinmündung reichen und auch auf dem Nordseegrunde überall durch die Grundseeforschung nachgewiesen sind.



Fig. 11. Flandrische Dünen bei La Panne.

Senkungen des Landes und westliche Stürme haben dann die Erweiterung der alten Rheinmündung zu der heutigen Meeresstraße von Calais herbeigeführt. Wollte man im Sinne *Napoleons I.*<sup>1)</sup> die Zugehörigkeit des Mündungslandes dem Eigentümer des Stromgebietes zusprechen, so müßten also die östlichen Kanalküsten als die Überreste der alten Rheinmündung zu Deutschland gehören. Die Beweisführung dürfte um so überzeugender sein, als die Entdeckung des Zusammenhanges zwischen Rheinmündung und Abtrennung Eng-

<sup>1)</sup> „Holland ist eine Anschwemmung des Rheins, der Rhein ist ein französischer Fluß“ usw.

lands das Verdienst eines französischen Gelehrten (*Ch. Barrois*) ist. Die Geschichte des flandrischen Küstenlandes zeigt seit 8000 Jahren folgende Abschnitte:

6. Bildung des oberen Poldertons über unterem Ton (4) oder Meeressand (5) erfolgt durch künstliche Süßwasser-Überschwemmungen der Kriegsjahre von 1570 und 1700 (wie im Herbst 1914). Der Untergrund Belgiens<sup>1)</sup> und Hollands ist seit 1570 stationär.
5. *Meereseinbrüche* (1000—1200) sind in Belgien weniger häufig und heftig; doch drang das Meer gegen Brüssel vor. In Holland Sturmfluten: Zuyder-See (1170 n. Chr.), in Westdeutschland: Dollart. In Belgien Festlegung der Scheldemündung, Meeressand (1 bis 2 m) über dem älteren Polderton. Blütezeit der *Deichbauten*.
4. Landbildung in den von Dünen abgeschlossenen Haffen durch den unteren Polderton (rd. 840—1000 n. Chr.). Verschlammung der Fluß- und Bachmündungen in dem Dünen-gürtel. Bau der *ersten* Deiche.
3. *Große Meereseinbrüche* bis Brüssel, Loo und Furnes. Bildung des Meerbusens von *Antwerpen* (rd. 300—840 n. Chr.). Durchbruch der äußeren Dünen, Ablagerung von Meeressand und Schlamm über dem Torf. Um 700 n. Chr. Ansiedelung germanischer (vlamisch-fränkischer) Stämme auf dem Neuland.
2. *Torfperiode* (rd. 6000 vor bis 300 n. Chr.). Langsame *Hebung* des Landes; die Küste östl. Ostende war einige Kilometer seewärts vorgeschoben. An der Küste Bildung des *Dünengürtels*. Im alten Haffgebiet ist der Torf 5—6 m mächtig. Im Torf liegen vornehmlich neolithische, darüber gallische und gallo-romanische Kulturreste (letztere in den obersten 30 cm).
1. *Abtrennung Englands* vom Festland und Bildung des Ärmel-Kanals um 6000 vor Chr. Absätze des *flandrischen Meeres* mit Meeresschnecken an der belgischen Küste.

Die Geschichte des flandrischen Küstenlandes zeigt somit dreimal wiederholte Einbrüche des Meeres — um 6000 v. Christi, nach den Jahren 300 und 1000 unserer Zeitrechnung — denen ebensoviel Perioden der Verlandung folgen. Der erste Einbruch hatte die Abtrennung Großbritanniens, der zweite ein Vordringen des Meeres bis in die Gegend von Brüssel und Antwerpen zur Folge, während die Sturmfluten nach 1000 ihre verwüstenden Spuren weiter östlich in Holland und Nordwestdeutschland in Form der Einbrüche des Zuydersees und des Dollarts hinterließen.

Der Landgewinn nach den Überflutungen erfolgte durch Torfbildung und Flußanschwellungen im Schutze natürlicher Dünen (nach 6000 v. Chr. und nach 840 n. Chr.) oder aber durch

die Verlandung in den durch Deichbau künstlich geschaffenen „Poldern“.

Niemals aber stieg das Niveau des natürlich oder künstlich gebildeten Küstenlandes wesentlich über das Flutniveau des Meeres — oder mit anderen Worten: die Gewässer der Küstenbäche und Flüsse — der Yser, Lys u. a. — müssen zur Ebbezeit fortdauernd durch Auslässe nach dem Meere zu abgeleitet werden. Werden die Auslässe in Zeiten starker Regenfälle, d. h. im Herbst, verstopft, so tritt eine Überschwemmung der tieferen Teile des hinter dem Dünengürtel liegenden Torf- und Alluvialgebietes ein; in Zeiten feindlicher Einfälle — 1570 und 1700 — wurde nach der Darstellung des Belgiers *Rutot* dieses Mittel angewandt und führte in den künstlich gebildeten Wasserflächen zur Bildung des „oberen Poldertons“. Diese in verschiedenen — historischen und geologischen — Darstellungen eingehend geschilderte künstliche Überschwemmung wurde ebenso im Herbst 1914 angewandt, und es bedurfte keiner alten Chroniken, um dieses naheliegende — allerdings recht zweischneidige — Abwehrmittel anzuwenden. Zweischneidig ist die Hilfe der künstlichen Überschwemmung des Ysertals, weil sie zwar den Deutschen das Vordringen nach Westen erschwerte, aber ebenso ihre Verteidigung erleichterte: bei den Nahkämpfen auf dem schmalen Dünengürtel vor Nieuport und Lombartzyde entscheidet nicht das Einsetzen größerer Kräfte, sondern die Überlegenheit des Einzelkämpfers, und daher haben diese Angriffe des Feindes stets mit dem Siege der Deutschen geendet.

Andererseits hängt die Trockenlegung des Überschwemmungsbereiches nicht nur von dem Besitz des gesamten Dünengürtels, sondern vor allem auch von dem Eintritt trockener Witterung ab, und somit ist durch die Überschwemmung das ohnehin durch Beschießung von der See her gefährdete Küstenland für Entscheidungskämpfe bis auf weiteres ausgeschaltet.

Zu den wichtigsten Schauplätzen des großen Krieges, auf denen vornehmlich um die Beherrschung des Meeres gekämpft wird, gehört das Gebiet des *Suezkanals*, der bisher allerdings, wie es scheint, nur vereinzelte Vorstöße irregulärer türkisch-arabischer Streiter gesehen hat. Seine geographische Stellung zeigt soviel Analogien mit dem Ärmelkanal und dem flandrischen Küstenland, daß die Besprechung des Suezkanals sich hier naturgemäß anschließt. Die rd. 200 km breite Niederung, welche der Lessepssche Kanal durchschneidet, ist altes Deltaland des vorhistorischen Nils — ebenso wie die Verbindung von Nordsee und Atlantischen Ozeans die alte, stark erweiterte Mündungsrinne des Rheins ist. Während der Ausschachtung des Kanalbettes hat man festgestellt, daß der nördliche Teil die Absätze des Mittelmeeres, der Süden Schichten mit der Tierwelt des Roten Meeres enthält. In der Mitte des Kanals fanden sich Flußsedimente, welche die

<sup>1)</sup> *Rutot*, Bull. soc. géol. Belge 1899, S. 221. Vgl. *Geinitz* Quartär (in *F. Frech*, Erdgeschichte), p. 371.

Süßwassermuscheln des Nils enthalten. Demnach hat — ebenso wie der Rhein bei Calais — der Unterlauf des Nils dereinst in dem Bereich der heutigen Bitterseen sein Ende gefunden. Aber während eine atlantische Sturmflut die Rheinmündung zu einer Meerenge erweiterte, haben umgekehrt die mächtigen Alluvialanhäufungen des Nils seine östliche Mündung allmählich verschüttet, bis menschlicher Unternehmungsgeist hier eine künstliche Meeresstraße schuf. Auch an der Nilmündung vollzog sich die Zuschüttung im Schutze eines das Delta nördlich begrenzenden Dünengürtels, und die Verlandung ist ebenfalls noch nicht vollkommen zum Abschluß gelangt. Lagunen oder Haffe — deren Boden tiefer als der Meeresspiegel liegt — sind übrig geblieben und vor dem Bau des Kanals ausgetrocknet worden. Auch am Nil wurde neuerdings — wie an der Yser — zum Schutz gegen das gefährdete Vordringen einer Invasionsarmee ein Teil des alten Haffs zwischen El Kantara und Port Said unter Wasser gesetzt, um die zu verteidigende Kanalstrecke zu verkürzen. Doch arbeitet am Suezkanal das dörrende Wüstenklima dieser künstlichen Überschwemmung entgegen, die zudem nur ein Fünftel der Länge des Kanals umfassen kann. Es ist jedenfalls kein Zufall, sondern von großer allgemeiner Bedeutung, daß die Hochstraßen des Weltverkehrs — wie die Meerenge von Calais oder der Suezkanal — als frühere Mündungsländer größerer Ströme ihre heutige Verkehrsbedeutung erhalten haben.

*Schluß: Vergleichung militärischer und wissenschaftlicher Tüchtigkeit unserer Feinde.*

Wenn der Ausspruch *Hindenburgs* richtig ist, daß Siege auch mit geistigen Waffen erkämpft werden, daß also wissenschaftliche und kriegereische Tüchtigkeit miteinander parallel geht, so trifft dies für unsere jetzigen Gegner zu, ist aber als historische Wahrheit nicht allgemein anzuerkennen. Die griechische Wissenschaft erlebte zwar gleichzeitig mit den Siegen *Alexanders des Großen* in den Werken *Aristoteles'* einen später nie wieder erreichten Höhepunkt. Dagegen scheinen die wiederholten Einbrüche der Barbaren — denen im Altertum wie im Mittelalter Völker höherer Kulturstufe wiederholt erlagen — dieser Annahme zu widersprechen. Nun haben neuerdings die Russen, Serben usw. von der Höhe ihrer „Kultur“ herab uns Deutsche als „Barbaren“ bezeichnet, und ich möchte daher von diesem unserem Ehrentitel absehen und die Vergleichung auf die Hauptgenossen des Dreiverbandes beschränken.

Daß die *Russen* bisher allein in diesem Kriege vollkommen vernichtende Niederlagen erlitten haben, ist ebenso unzweifelhaft wie ihre Zurückgebliebenheit in Wissenschaft und Technik. Allerdings enthält das Mitgliederverzeichnis der Petersburger Akademie Namen von erstem Rang, aber das sind fast ausnahmslos Vertreter der sogenannten „Fremdvölker“, d. h. der Deut-

schen, Schweden und Polen. Der Anteil der „echt russischen Leute“ an der Entwicklung der Wissenschaft wird am treffendsten durch eine Wendung der Breslauer Rektoratsrede des Kriegsjahrs beleuchtet: „Aus Rußland ist nichts gekommen.“

Die *Engländer* standen noch vor 50 Jahren auf einem unbestrittenen Höhepunkt wissenschaftlicher und technischer Vollendung, die jedoch keine entsprechende Fortentwicklung gefunden hat. So wenig die Tüchtigkeit der englischen Gelehrten und Techniker unterschätzt werden darf, so zeitigten doch (um nur ein Beispiel zu nennen) auf einem besonders wichtigen Gebiet — dem der Luftschiffahrt — alle englischen Versuche eine ununterbrochene Reihe von Mißerfolgen. Auch auf kriegerischem Gebiet hat der Stolz Englands, die Flotte, nur dort zu siegen verstanden, wo sie über ein erdrückendes Übergewicht verfügte.

Für die *Franzosen* war das letzte Jahrzehnt des zweiten Kaiserreiches eine Periode des Nachlassens auf allen Gebieten. Den besten Beleg hierfür bilden die kulturhistorischen Schilderungen *Zolas* in seiner großen Romanserie und das „Débâcle“ von 1870. Ebenso unbestritten jedoch ist die Neubelebung Frankreichs auf den mannigfaltigsten Gebieten nach dem siebziger Kriege sowie die weitere Beobachtung, daß die jetzigen Taten des französischen Heeres und seiner Führer sich weit über die Leistungen von 1870 erheben.

In der Hauptsache entspricht also die Annahme einer gleichwertigen Entwicklung kriegereischer und wissenschaftlicher Tüchtigkeit den Beobachtungen bei den gegen Deutschland verbündeten Völkern oder mit anderen Worten: *Der „Militarismus“ ist in seiner höchsten Entwicklung der Ausdruck des intellektuellen und wissenschaftlichen Hochstandes eines Volkes.*

## Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung vom 6. Februar 1915 hielt Herr Geheimrat Prof. Dr. A. Penck einen Vortrag über *Reisen in Australien* vor und während des Krieges. Er gab zunächst einen Überblick über den äußeren Verlauf der Exkursionen, die er im Anschluß an die Tagung der British Association for the Advancement of Science als Gast dieser Vereinigung in verschiedenen Teilen des Kontinents mitzumachen Gelegenheit hatte.

Zwischen den von ihm besuchten Gebieten des Westens und des Ostens besteht ein großer morphologischer Gegensatz. *Westaustralien* ist ein altes, durch subaerile Abtragung eingeebnetes Plateau, das erst später gehoben worden ist. *Ostaustralien* dagegen wird von einem langgedehnten Gebirgszug beherrscht, der jedoch keinen einheitlichen Charakter aufweist. Das Klima des ganzen Kontinents ist fast überall trocken; nur der östliche Küstensaum und die im Norden und Südwesten vorspringenden Halbinseln erhalten genügende Niederschläge. Die Hauptstadt Westaustraliens, Perth, liegt am Swan-River, der seinen Namen von dem Wappentier des Staates, dem schwarzen Schwan, führt und ein untergetauchtes, stark mäandrierendes Tal erfüllt. Auch Westaustralien hat, wie unter Bezugnahme auf den



Vortrag von H. Conwentz über Naturschutzgebiete in der vorigen Sitzung<sup>1)</sup> betont sei, seinen Nationalpark. An der Hand von Lichtbildern erläuterte der Vortragende einzelne Typen der westaustralischen Landschaft, wie die Abtragungsebenen mit Inselbergen, die bewachsenen, bis 600 Fuß hohen Dünenketten, die meist wasserlosen Flußbetten, den Lateritboden, der hier kein Verwitterungsprodukt darstellt, die Verwitterungsformen des Granits und die erratischen Blöcke, welche als Ablagerungen einer karbonischen Eiszeit gedeutet werden.

Die Erforschung des Binnenlandes ist neueren Datums. Sie wurde hauptsächlich veranlaßt durch 1892 gemachte Goldfunde, welche u. a. zur Begründung der Stadt Coolgardie geführt haben, die mehr als 500 km von der Westküste entfernt im Innern gelegen und mit Perth durch eine Eisenbahn verbunden ist. Weil kein Wasser vorhanden ist, kann das Gold nicht in der üblichen Weise durch Waschen gewonnen werden. Man stäubt das pulverisierte Gestein, wobei die leichteren Bestandteile durch den Wind oder Gebläsevorrichtungen fortgeweht werden. Die an der Oberfläche befindlichen Goldlagerstätten sind nunmehr erschöpft, und die Einwohnerzahl Coolgardies ist dementsprechend von 15 000 auf 900 gesunken. Überall sieht man verlassene Häuser oder die Fundamente von abgebrochenen Wohnstätten. Heute ist das etwa 35 km weiter nordöstlich gelegene Kalgoorlie mit 15 000 Einwohnern das Zentrum der Goldproduktion. Das Metall tritt hier in der Tiefe fein verteilt im Gestein auf, und deshalb drängt sich auf der Erstreckung von einer Meile Goldbergwerk an Goldbergwerk. „Die goldene Meile“ nennt man diesen Distrikt. Das pulverisierte Gestein wird mit Hilfe von Cyankali ausgelaugt. Da Kohlen fehlen werden die Dampfmaschinen mit Holz geheizt, das der Busch liefert. Neben den Werken türmen sich Hügel von Abraummassen bis zu 100 m Höhe auf. Auf der Karte sind zwar große Seeflächen im Innern verzeichnet, doch ist ihr Wasser in der Regel salzig und ungenießbar; zudem verschwinden sie im Sommer gänzlich. Eine gewaltige Wasserleitung führt jetzt das Trinkwasser in Röhren vom Abfall des Küstenplateaus 500 Kilometer weit in den Golddistrikt. Von dieser einen Wasserleitung hängt also das Leben von 63 000 Menschen ab, die ohne sie verdursten müßten. Das ehemals als Transporttier eingeführte Kamel leistet auch nach Erbauung der Eisenbahn noch gute Dienste und ist keineswegs entbehrlich geworden.

In Südastralien finden sich unzweifelhafte Spuren paläozoischer Eiszeiten. Südlich von Adelaide liegen permokarbonische Ablagerungen auf prächtigen Gletscherschliffen. Nordwestlich von Melbourne enthält der kambrische Geschiebelehm einzelne Blöcke, die durch späteren Gebirgsdruck aufgeblättert sind. Die Geschiebe entstammen nachweisbar der Südküste, so daß das Eis also von Süden gekommen sein muß.

Die Gebirge, welche die Karten unserer Atlanten in Neu-Süd-Wales verzeichnen, existieren vielfach überhaupt nicht, oder ihre Höhe und ihr Verlauf wird falsch angegeben. Häufig ist nur die Lage der Wasserscheide bekannt, und der Kartenzeichner glaubt, sie als ein Gebirge darstellen zu müssen. Ein wirkliches Gebirge aber sind die Australischen Alpen, die jedoch nur Gipfelhöhen bis 2400 m erreichen. Auch in ihrem sonstigen Charakter halten sie, trotz ihres Namens, keinen Vergleich mit den europäischen Alpen aus; sie ähneln vielmehr in ihren höchsten Partien etwa dem Riesengebirge und dem

Schwarzwald. Zudem fehlt ihnen die Einheitlichkeit einer großen Gebirgskette, denn sie bestehen aus heterogenen Teilen und sind daher etwa mit der mitteldeutschen Gebirgsschwelle zu vergleichen. Die Vergleichbarkeit erstreckt sich noch auf das Vorkommen von Kohle in verschiedenen Gebieten, vor allem bei Maitland. Von sonstigen Bodenschätzen sind Kupfer und Gold zu erwähnen, doch geht das letztere allmählich auf die Neige. Man beginnt daher neuerdings das Hauptgewicht auf Ackerbau und Viehzucht zu legen.

In Neu-Süd-Wales herrscht ein eigenartiger Küstentypus vor, der besonders charakteristisch in der Nähe der Hauptstadt Sydney ausgeprägt ist. Stark verzweigte Talsysteme sind hier bis weit hinauf stromaufwärts unter den Spiegel des Ozeans gesunken, so daß das Meerwasser in Haupttal und Seitentäler eindringen und weitverzweigte Buchten schaffen konnte, wie z. B. Port Jackson, an dessen Südufer in geschützter Lage Sydney liegt, ein herrlicher Hafen, der nur auf der anderen Seite des Stillen Ozeans in San Francisco sein Gegenstück hat. Am äußeren Küstensaum ließ sich in der Nähe von Newcastle eine starke Wirkung der Meeresbrandung auf die Uferfelsen nachweisen, die auch in hohem Maße durch die Verwitterung zerstört werden. Interessant ist dort die bisher meist als eine Wüstenerscheinung angesprochene, bienenwabenähnliche Verwitterungsform, die innerhalb der Brandungszone im Laufe von zwei Jahrzehnten entstanden ist.

O. Baschin.

## Zeitschriftenschau.

### Geographische Zeitschrift; 1915, Heft 1.

*Die geographischen Grundlagen der österreichisch-ungarischen Monarchie und ihrer Außenpolitik;* von Robert Sieger. Im Gegensatz zu der vielfach ausgesprochenen Ansicht, die österreichisch-ungarische Monarchie sei ein rein historisch zu erklärendes Konglomerat von Ländern, wird ihre geographische Einheitlichkeit dargetan. Die verschiedenen, physisch recht ungleichen Länder werden vor allem dadurch verknüpft, daß sich ihre Kernlandschaften gegen die Umgebung von Wien mit breiten offenen Zwischenländern und Pforten auftun, die hier ein gemeinsames Zentrum begründen. Gemeinsam ist ferner die Abschließung durch Gebirgsränder, die gegen Mitteleuropa am offensten sind und die durch den Donau-lauf, aber auch durch die Streichrichtung mancher Gebirge und Verkehrswege bedingte „verkehrsgeographische Achse der Monarchie“ in NW—SO-Richtung.

*Die Bedeutung des französischen Kolonialreichs für Frankreich;* von Karl Dove. Frankreichs Kolonialbesitz ist schon räumlich unverhältnismäßig groß. Dabei ist aber auch seine wirtschaftliche Entwicklung durchaus zurückgeblieben. Nicht einmal Nordafrika ist seinem inneren Werte entsprechend fortgeschritten. Die Leistungen der neu erworbenen Gebiete bleiben, soweit sie auf zielbewußtes Vorgehen des kolonisierenden Landes zurückzuführen sind, weit hinter denen Deutschlands zurück. Am wenigsten beteiligt an den Fortschritten sind die afrikanischen Tropengebiete, und gerade hier hat das französische Kolonialreich die größte Erweiterung erfahren.

*Rutschungen und Schlammvulkane im Siebenbürgischen Tertiärbecken;* von H. Wachner. Verfasser unterscheidet drei Arten von Rutschungen: 1. Abrutschen der Bodenkrume an steilen Hängen, 2. Aufweichen und Abkriechen weicher, plastischer Tonschiefer, 3. Abrutschen wasserdurchlässiger Gesteine auf wasser- undurchlässiger Tonschieferunterlage. Die letztere Art verursacht einen eigentümlichen, durch kegelförmige Hügel gekennzeichneten Landschaftstypus. In Rutschungsgebieten treten häufig Schlammvulkane auf,

<sup>1)</sup> Vgl. Seite 50.

welche jenen der Petroleumgebiete ähnlich sind, jedoch fehlt hier die Gasausströmung.

**Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie;**  
**Bd. 31, Nr. 1—2.**

*Neuere Prinzipien der Mikroskopie;* von Wychgram. Ausführliche Beschreibung einer vereinfachten Mikroprojektioneinrichtung, deren neuer und wesentlicher Bestandteil ein asphärischer Kollektor ist, der eine aplanatische Abbildung der Lichtquelle auf der Kondensoriris des Mikroskops unter hochgradiger Energieausnutzung bewirkt. Die Apparatur und grundlegenden Gedankengänge sind im Zeißwerk ausgearbeitet worden.

*Über die Unnaschen Methoden zur Feststellung von Sauerstoff- und Reduktionsorten und ihre Anwendung auf pflanzliche Objekte. — Benzidin als Reagens auf Verholzung;* von H. Schneider. Es wird gezeigt, daß die Unnasche Sauerstofflehre für Pflanzenzellen nicht gilt, da bei diesen der Kern stärker als das Plasma reduziert. Die Unnasche Methode, mit Rongalitweiß — durch Rongalit reduziertes Methylenblau — freien Sauerstoff in Zellen nachzuweisen, ist nicht einwandfrei. Das Reagens ist auch gegen molekularen Sauerstoff empfindlich. Wird also die Luft nicht strenge abgehalten, so tritt Bläuung durch Sauerstoff ein. Auch peroxydasenfreies Material wird durch Rongalitweiß gebläut. — Benzidin gibt in saurerer Lösung mit Holz orangefarbene Reaktion.

*Über eine Spiegelreflexkamera für Mikrophotographie und einen Mikroskopiertisch für subjektive Beobachtung und Photographie;* von W. Scheffer. Eine Zusammenstellung der für den Bau von Mikrospiegelreflexkammern (auch kinematographischer) in Frage kommenden Möglichkeiten und Besprechung ihrer Vor- und Nachteile. Verfasser beschreibt eine Spiegelreflexkamera für die Mikrophotographie und begründet die Anwendung eines kurzen Kameraauszuges für den vorliegenden Zweck unter Berücksichtigung des Auflösungsvermögens der Mikroskopobjektive und der Eigenschaften der photographischen Schichten und des Auges. — Beschreibung eines besonderen Tisches, der sich für die subjektive Beobachtung und für die Mikrophotographie eignet.

*Wasserstrahl-Luftpumpe;* von Max Wolff. Eine Wasserstrahl-Luftpumpe, in der ein Wasserstrudel, der durch eine ringförmige Spalte zustandekommt, die Luft sehr intensiv ansaugt. Verf. bespricht dann die Vorteile, die die kräftiger und schneller wirkende neue Luftpumpe für die Paraffindurchtränkung von Objekten besitzt.

*Klappreflexkamera;* von Max Wolff. Eine sehr kompakt zusammenklaubbare, mit doppeltem Balgenauszug versehene Spiegelreflexkamera, die das erste, universell für wissenschaftliche makro- und mikrophotographische Arbeiten wirklich brauchbare Modell dieses Kameratyps darstellt.

*Über die Herstellung von Delaminationspräparaten von Hühnerkeimscheiben;* von weil. Prof. O. Drasch. Da die Zerlegung von Hühnerkeimscheiben in eine Serie von Querschnitten keinen befriedigenden Einblick in die Struktur und den Zusammenhang ihrer Blätter gewährte, ersann Drasch eine Methode, das mittlere Keimblatt samt den darin zur Anlage kommenden Blutgefäßen in isoliertem Zustand unverletzt zu untersuchen. Die Methode besteht im wesentlichen in einer Härtung der Keimscheiben in 5proz. Salpetersäure mit nachfolgender Auswässerung. Die Ablösung zuerst des oberen und dann des unteren Keimblattes erfolgt mit Hilfe von zwei Nadeln auf einem gewölbten Objektträger. Für die Nachhärtung des Objektes in Alkohol von steigender Konzentration und seine Überführung durch Bergamottöl in Kanadabalsam werden Vorschriften gegeben.

*Über die bei petrographischen Untersuchungen erforderliche Größe der Dünnschliffe;* von R. Grengg. Der Dünnschliff muß nach orientierten Mineralkörnern durchsucht werden. Eine größere Anzahl (z. B. 100) ungefähr gleich großer Kugeln, deren jede einen Durchmesser eingezeichnet trägt und die beliebig nebeneinander gerollt sind, geben das Modell eines richtungslos körnigen Gesteines. Unter Berücksichtigung der erlaubten Abweichung von der ideal genauen Richtung läßt sich die Wahrscheinlichkeit berechnen, auf wie viele Durchschnitte desselben Minerals einer kommt, der orientiert, d. h. zu Messungen brauchbar, ist. Aus Tabellen ist die für verschiedene Werte der erlaubten Abweichung sich ergebende Zahl zu entnehmen. Auch die Häufigkeit der Schnitte mit gleicher Interferenzfarbe läßt sich beiläufig voraussagen, es ist dadurch für das Mosaik eines Dünnschliffes zwischen gekreuzten Nicols ein gesetzmäßiger Zusammenhang festgelegt.

**Archiv für Elektrotechnik; 1915, III. Band, 6. Heft.**

*Über drehende Hysteresis;* von R. Gans und R. Loyarte. Nimmt der Verlust bei drehender Hysteresis bei hohen Induktionen ab? Einige Forscher bejahen, andere verneinen diese Frage. Um die bestehende Unsicherheit zu heben, messen Gans und Loyarte den Winkel, um den die Induktion bei drehender Hysteresis der Feldstärke vorseilt. Sie bestimmen seine Abhängigkeit von der Induktion. Aus dem Winkel wiederum berechnen sie den Energieverlust und finden, daß er bei hohen Induktionen abnimmt.

*Selbsterregte Schwingungen von Synchronmotoren;* von W. Rogowski. Es ist bekannt, daß ein an ein Netz angeschlossener Synchronmotor wie ein Pendel schwingen kann. Die Schwingungen sind im allgemeinen positiv gedämpft. In gewissen Fällen kann sich nun aber die Dämpfung negativ ergeben. Dann nehmen nach jedem noch so kleinen Anstoß die Schwingungen dauernd zu (Selbsterregung). Ein solcher Fall wird beschrieben, experimentell untersucht und die Erklärung für das Zustandekommen der negativen Dämpfung theoretisch gegeben.

*Der Temperaturverlauf bei der Bremsung eines Schwungrads;* von Erich Jasse. Zur schnellen Stillsetzung von großen Schwungrädern, wie sie bei Förder- und Walzwerksanlagen gebraucht werden, benutzt man ein mit Klötzen ausgelegtes Band, das unter starkem Druck auf die Mantelfläche des Rades aufgepreßt wird. Die bei dieser Bremsung erzeugte Wärme und die Verteilung der Temperatur im Innern des Rades werden analytisch untersucht, wobei die Schwungradoberfläche als eben vorausgesetzt und die äußere Wärmeleitung vernachlässigt wird. Die Lösung kann vielfach bei Berechnung der Erwärmung von elektrischen Leitern, die in anderes Material eingebettet sind, verwendet werden.

**Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. Januar 1915.**

*Über den Einfluß der Glimmentladung auf den Voltaeffekt* (Bemerkung zu einer gleichbenannten Arbeit des Herrn Wertheimer); von Anne Sophie Losc. Es wird gezeigt, daß das Gas, in dem Glimmentladung stattfindet, auf den Voltaeffekt der Kathode nur einen sekundären Einfluß rein chemischer Natur ausübt. Unter geeigneten Versuchsbedingungen (sehr kurze Entladungsdauer, so daß das Gas zur Reaktion keine Zeit hat) tritt diese chemische Wirkung zurück, und es zeigt sich, daß der (primäre) Einfluß des elektrischen Stromes eine Änderung des Voltaeffekts bewirkt, die ihr Vorzeichen mit der Stromrichtung wechselt, analog den Erscheinungen bei der galvanischen Polarisation.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

U.S. Department of A

Heft 10.

5. März 1915.

Dritter Jahrgang.

## Wilhelm Pfeffer

zur Feier seines 70. Geburtstages

### INHALT:

Wilhelm Pfeffer. Von *Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. G. Haberlandt, Berlin-Dahlem.* S. 115.

Wilhelm Pfeffer und die physikalische Chemie. Von *Prof. Dr. Ernst Cohen, Utrecht.* S. 118.

Die Bedeutung von W. Pfeffers physikalischen Forschungen für die Pflanzenphysiologie. Von *Prof. Dr. Friedrich Czapek, Prag.* S. 120.

Wilhelm Pfeffers Bedeutung für die Reizphysiologie. Von *Prof. Dr. H. Kniep, Würzburg.* S. 124.

Die Bedeutung Wilhelm Pfeffers für die pflanzen-physiologische Technik und Methodik. Von *Prof. Dr. L. Jost, Straßburg i. E.* S. 129.

Übersicht über die Pfeffer-Festschrift. S. 131.

Verzeichnis der wichtigsten Arbeiten Pfeffers. S. 136.

Kleine Mitteilungen. S. 138.

Adresse der Deutschen Botanischen Gesellschaft zu Pfeffers 50 jährigem Doktorjubiläum. S. 139.

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

Soeben erschien:

## Englische Weltpolitik in englischer Beleuchtung

Von

**Ferdinand Tönnies**

ord. Professor der Staatswissenschaften der Universität Kiel

Preis M. 1.—

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

## Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Biochemisches Handlexikon

Bearbeitet von hervorragenden Fachgelehrten

und herausgegeben von

Professor **Dr. Emil Abderhalden**

Direktor des Physiologischen Institutes der Universität Halle a. S.

Soeben erschienen:

## IX. Band (2. Ergänzungsband)

Proteine der Pflanzenwelt und der Tierwelt. Peptone und Kyrine. Oxydative Abbauprodukte der Proteine. Polypeptide. Aminosäuren. Stickstoffhaltige Abkömmlinge des Eiweißes unbekannter Konstitution. Harnstoff und Derivate. Guanidin. Kreatin. Kreatinin. Amine. Basen mit unbekannter und nicht sicher bekannter Konstitution. Cholin. Betaine. Indol und Indolabkömmlinge. Nucleoproteide. Nucleinsäuren. Purin und Pyrimidinbasen und ihre Abbaustufen. Tierische Farbstoffe. Blutfarbstoffe. Gallenfarbstoffe. Urobilin.

Preis M. 28.—; in Moleskin gebunden M. 30.50

Ende 1913 erschien:

## VIII. Band (1. Ergänzungsband)

Gummisubstanzen, Hemicellulosen, Pflanzenschleime, Pektinstoffe, Huminstoffe, Stärke, Dextrine, Inuline, Cellulosen, Glykogen. Die einfachen Zuckerarten und ihre Abkömmlinge. Stickstoffhaltige Kohlenhydrate. Cyklosen. Glukoside. Fette und Wachse. Phosphatide. Protagon. Cerebroside. Sterine. Gallensäuren.

Preis M. 34.—; in Moleskin gebunden M. 36.50

Ausführliche Probeflieferung (100 Seiten Umfang) mit Inhaltsverzeichnis und Sachregister des vollständigen Werkes, sowie Probeseiten stehen auf Wunsch kostenlos zur Verfügung!

Zu beziehen durch jede Buchhandlung







*Dr. W. Pfeffer*

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

---

Dritter Jahrgang.

5. März 1915.

Heft 10.

---

WILHELM PFEFFER

ZUR FEIER

SEINES 70. GEBURTSTAGES.

## Inhalt:

	Seite
Wilhelm Pfeffer. Von <i>Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. G. Haberlandt, Berlin-Dahlem</i> , ord. Mitglied der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften . . . .	115
Wilhelm Pfeffer und die physikalische Chemie. Von <i>Prof. Dr. Ernst Cohen</i> , <i>Utrecht</i> . . . . .	118
Die Bedeutung von W. Pfeffers physikalischen Forschungen für die Pflanzenphysio- logie. Von <i>Prof. Dr. Friedrich Czapek, Prag</i> . . . . .	120
Wilhelm Pfeffers Bedeutung für die Reizphysiologie. Von <i>Prof. Dr. H. Kniep</i> , <i>Würzburg</i> . . . . .	124
Die Bedeutung Wilhelm Pfeffers für die pflanzenphysiologische Technik und Methodik. Von <i>Prof. Dr. L. Jost, Straßburg i. E.</i> . . . . .	129
Übersicht über die Pfeffer-Festschrift . . . . .	131
Verzeichnis der wichtigsten Arbeiten Pfeffers . . . . .	136
Kleine Mitteilungen . . . . .	138
Adresse der Deutschen Botanischen Gesellschaft zu Pfeffers 50jährigem Doktorjubiläum	139

---

## Wilhelm Pfeffer.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. G. Haberlandt, Berlin-Dahlem,

ord. Mitglied der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Ein Vertreter der allgemeinen Botanik, ein Pflanzenphysiologe von Weltruf feiert am 9. März dieses Jahres seinen 70. Geburtstag. Die vielen Beweise freudiger Anerkennung und Verehrung, die *Wilhelm Pfeffer* an diesem Tage seitens der Biologen, Physiker und Chemiker deutscher Zunge erfahren wird, müssen ihn dafür entschädigen, daß die Gratulanten des Auslandes in geringerer Anzahl zum Worte kommen können, als es in Friedenszeiten der Fall wäre. Allein auch im Feindeslande werden vom Westen bis in den fernsten Osten zahlreiche Forscher, obwohl durch die Kriegsnot zum Schweigen verurteilt, dankbar des Mannes gedenken, dessen Lebensarbeit nicht nur für die botanische Wissenschaft von größter Bedeutung geworden ist.

*Wilhelm Pfeffer* wurde am 9. März 1845 zu Grebenstein bei Cassel als Sohn des Apothekers *Wilhelm Pfeffer* geboren, der ihn schon in jungen Jahren zur Beobachtung der Pflanzenwelt anregte. Im Jahre 1863 bezog er die Universität Göttingen und wurde daselbst schon am 10. Februar 1865 zum Doktor der Philosophie promoviert. So hat der nun Siebzigjährige bereits sein goldenes Doktorjubiläum hinter sich, was sich in unseren Tagen fast wie ein Hysteron-Proteron ausnimmt. In seiner Dissertation „Über einige Derivate des Glyzerins und dessen Überführung in Äthylen“ behandelte der jugendliche Doktor ein rein chemisches Thema. Seine gründliche Kenntnis der chemischen Tatsachen und Methoden ist *Pfeffer* später bei so vielen seiner physiologischen Arbeiten von großem Nutzen gewesen. Nach Fortsetzung seiner Studien in Marburg, wo er *Wigand* hörte, wandte er sich unter der Leitung seines Vaters dem Apothekerberufe zu, der ihn aber nicht so stark in Anspruch nahm, daß er nicht auch seinen naturwissenschaftlichen Neigungen hätte folgen können. Es war ihm um diese Zeit vergönnt, zum Teil unter der Anweisung seines Onkels, des Geologen *Gottfried Theobald*, Professors an der Kantonschule in Thur, mit der Alpenwelt und den Aufgaben, die sie dem Forscher stellt, bekannt zu werden. Mit besonderer Vorliebe ging er der geographischen Verbreitung der Moose nach. Die Ergebnisse dieser mehrjährigen Beobachtungen legte er in seinen „Bryogeographischen Studien aus den Rhätischen Alpen“ 1869 nieder. Jeder Botaniker, der sich eingehend mit Laub- und Lebermoosen beschäftigt hat, sei es auch nur, um sie genau zu bestimmen, der weiß aus Erfahrung, wie sehr die minutiöse Untersuchung der so subtilen Strukturen dieser zierlichen Pflänzchen die Beobachtungsgabe

schärft und sie für weiter ausgreifende Untersuchungen vorbereitet. Auch *Pfeffer* hat aus dieser selbstgewählten Schulung manchen Vorteil gezogen.

Inzwischen reifte in ihm der Plan, die akademische Laufbahn einzuschlagen. So trat er im Herbst 1869 zu seiner weiteren Ausbildung in das Privatlaboratorium *Pringsheims* in Berlin ein, das damals eine der Stätten war, wo die in voller Blüte stehende Entwicklungsgeschichte der Pflanzen, besonders der Kryptogamen, erfolgreich und geistvoll gepflegt wurde. Hatte *Pfeffer* schon früher unter *Wigands* Leitung eine Untersuchung über die Blütenentwicklung der Primulaceen und Ampelideen ausgeführt (1869), so ging er nun mit seiner bei *Pringsheim* begonnenen Arbeit über „die Entwicklung des Keimes bei der Gattung *Selaginella*“ auf ein Gebiet über, das seit *Hofmeisters* klassischen Untersuchungen (1851) so fleißig bebaut wurde und so reiche Früchte trug. Der Generationswechsel der Moose, der „höheren Kryptogamen“ und der Phanerogamen wurde zu einer Quelle zahlreicher Einzelprobleme, die die Entwicklungsgeschichte in den Dienst der allgemeinen Systematik stellten und noch heute den Scharfsinn der Forscher herausfordern.

Am Schlusse seiner *Selaginella*-Arbeit dankt *Pfeffer* seinen beiden Lehrern *Pringsheim* und *Sachs*. Schon im Frühjahr 1870 war er nämlich nach Würzburg übersiedelt, wo *Julius Sachs* in seinem Institut begabte Schüler um sich versammelte, die von diesem Feuergeiste die nachhaltigsten Anregungen empfangen. Unter dem Einfluß von *Sachs* ging *Pfeffer* von der *Entwicklungsgeschichte* zur *Entwicklungsphysiologie* über und war von nun an für immer für das Gesamtgebiet der Pflanzenphysiologie gewonnen. In seinen „Studien über Symmetrie und spezifische Wachstumsursachen“ beschäftigt er sich namentlich mit den Brutknospen von *Marchantia polymorpha*, die schon *Mirbel* (1835) als ein für entwicklungsphysiologische Fragen sehr wertvolles Untersuchungsobjekt erkannt hatte. Er wies in dieser physiologischen Erstlingsarbeit den Einfluß der Schwerkraft auf das Auswachsen der Rhizoiden nach und zeigte, daß durch das Licht die dauernde Dorsiventralität der jungen *Thalussprosse* induziert wird. So war diese Arbeit ein grundlegender Beitrag zur Kenntnis der formativen Wirkung äußerer Reize auf den Pflanzenkörper.

Noch eine andere Arbeit hat *Pfeffer* im Würzburger Institut ausgeführt. Sie betrifft

„die Wirkung farbigen Lichtes auf die Zersetzung der Kohlensäure in Pflanzen“. Seither hat Pfeffer immer wieder auch ernährungsphysiologische Fragen in Angriff genommen und ihrer Lösung eine Wendung ins allgemeine zu geben gewußt. Auch wenn er über die Arbeiten anderer referiert, tritt dieses Bestreben zutage. Als *Ch. Darwins* Werk über die insektenfressenden Pflanzen erschienen war, da meinten viele, daß Darwin ein höchst absonderliches ernährungsphysiologisches Kuriosum entdeckt hätte. Pfeffer machte aber alsbald darauf aufmerksam, „daß in den fleischfressenden Pflanzen ein in prinzipieller Hinsicht durchaus nicht neuer, sondern vielmehr ein recht verbreiteter Modus der Stoffaufnahme in Pflanzen gegeben ist“.

Im Frühjahr 1871 habilitierte sich Pfeffer als Privatdozent der Botanik an der Universität Marburg. Hier führte er seine wichtigen „Untersuchungen über die Proteinkörner und die Bedeutung des Asparagins beim Keimen der Samen“ aus. Hier kamen auch seine „Untersuchungen über Reizbarkeit der Pflanzen“ und „über Öffnen und Schließen der Blüten“ zustande, die er 1873 unter dem Gesamttitel „Physiologische Untersuchungen“ herausgab. Mit diesen Arbeiten betrat Pfeffer das Gebiet der *Reizphysiologie*, auf dem er bekanntlich Bahnbrechendes geschaffen hat.

Es ist für die damalige Auffassung der pflanzlichen Reizerscheinungen bezeichnend, daß eine Arbeit über die Mechanik der Reizbewegungen der „Sinnpflanzen“ durch den Titel „Untersuchungen über Reizbarkeit der Pflanzen“ hinlänglich gekennzeichnet wurde. Heutzutage wäre dieser Titel viel zu allgemein und unbestimmt, und gerade Pfeffers spätere Untersuchungen und Betrachtungen waren es vor allem, die uns gelehrt haben, daß bei fast allen Lebenserscheinungen Reizvorgänge eine entscheidende Rolle spielen. Das ganze Lebensgetriebe löst sich, wie Pfeffer als erster betont hat, in ein schwer entwirrbares Geflecht von zahlreichen „Reizketten“ auf. Es war ein langer und mühsamer Weg, auf dem die Pflanzenphysiologie zu der Erkenntnis vorgegangen ist, daß nicht nur der Stoß, der das Senken des Laubblattes der *Mimosa pudica*, die Verkürzung der Staubfäden von *Centaurea* bewirkt, sondern fast jeder äußere Einfluß auf das lebende Protoplasma der Pflanze als Reiz zur Geltung kommt. Pfeffer war unser bedeutendster und unermülichster Führer auf diesem Wege.

Auch für die Klärung des *Reizbegriffes* hat Pfeffer hervorragendes geleistet. Aus naturphilosophisch-mystischen Anfängen hat sich dieser Begriff allmählich bis zur Klarheit streng physikalischer Definitionen durchgerungen. Immer bestimmter und stets dem jeweiligen Stande der naturwissenschaftlichen Erkenntnis entsprechend wurde von verschiedenen Forschern — *Dutrochet*, *Treviranus*, *G. Th. Fechner* u. a. — der Charakter der Reizvorgänge als Auslösungsvorgänge hervor-

gehoben, allein erst Pfeffer hat hierüber völlige Klarheit geschaffen. Nachdem er auf diese Frage schon 1877 in seinen „Osmotischen Untersuchungen“ eingegangen war, hat er sie in der I. Auflage seiner „Pflanzenphysiologie“ 1881 in einer Weise aufgefaßt und behandelt, die durchaus mit dem heutigen Standpunkt übereinstimmt.

Im Herbst 1873 folgte Pfeffer einem Rufe als a. o. Professor an die Universität Bonn, wo er bis Frühjahr 1877 verweilte. In Bonn führte er seine so berühmt gewordenen „Osmotischen Untersuchungen“ aus, die nicht nur für die Pflanzenphysiologie von weittragender Bedeutung geworden sind, sondern bekanntlich auch den wirksamsten Anstoß zur Begründung der physikalischen Chemie gegeben haben. Wie Pfeffer von seinen Untersuchungen über die Reizbewegungen der Sinnpflanzen auf das scheinbar so entlegene Gebiet der osmotischen Vorgänge im Pflanzenkörper geleitet wurde, hat er selbst in dem Vorwort seines obgenannten Werkes auseinander gesetzt. „Während ich bestrebt war, gewisse Bewegungsvorgänge auf den zu Grunde liegenden Zellmechanismus zurückzuführen, stieß ich auf Tatsachen, welche erst kausal erklärt werden mußten, ehe auf ein erfolgreiches weiteres Vordringen zu rechnen war.“ Vor allem mußte die Ursache der hohen Druckkräfte aufgedeckt werden, die auch in Pflanzenzellen bestehen, deren Zellsaft nur eine verdünnte Lösung ist. Es ist hier nicht der Ort, des näheren auszuführen, wie Pfeffer diese Aufgabe gelöst hat. Nur darauf soll hingewiesen werden, daß er sich schon von Anfang an der Tragweite seiner Entdeckungen nicht nur für die Physiologie, sondern auch für Physik und Chemie voll bewußt war. Sagt er doch ausdrücklich, daß „in den physikalischen Untersuchungen der Faden gelegentlich gerade da fallen gelassen wurde, wo der Physiker von seinem Standpunkte aus die interessantesten Angriffspunkte erst gefunden haben würde“. Die Fäden der Untersuchung und theoretischen Verarbeitung wurden bekanntlich am erfolgreichsten von *van 't Hoff* wieder aufgegriffen, der sie in seiner „Theorie der Lösungen“ zu einem kunstvoll-durchsichtigen Gewebe verknüpft hat.

In physiologischer Hinsicht hatten die „Osmotischen Untersuchungen“ zahlreiche Arbeiten über die Eigenschaften der Plasmahaut als semipermeable Membran im Gefolge, um deren Erkenntnis sich bekanntlich auch *Hugo de Vries* sehr große Verdienste erworben hat. Die regulatorischen Fähigkeiten der Plasmahaut, die sich bei der Stoffaufnahme und dem Stoffaustausch in so mannigfaltiger Weise äußern, haben sich bisher jeder streng physikalischen Erklärung als unzugänglich erwiesen. Trotz schöner Einzelerfolge ist eine restlose Erklärung bislang nicht erfolgt. Daß hier ein „Lebensrätsel“ vorliegt, hat Pfeffer in seiner Pflanzenphysiologie mit den Worten gekennzeichnet: „Es ist wohl zu beachten, daß die Plasmahaut ein lebendiges und vom



Organismus abhängiges Organ ist, dessen sich der Protoplast zur Regelung des Verkehrs mit der Außenwelt bedient.“ Und in einer späteren Arbeit bezeichnet er die Plasmahaut „als einen Pförtner, der im Dienste des lebendigen Protoplasmas und, von diesem regiert, arbeitet.“ Bestimmter konnte Pfeffer seine Auffassung nicht ausdrücken.

Als Schwendener zum Nachfolger W. Hofmeisters nach Tübingen berufen wurde, kam an seiner Statt Pfeffer im Frühjahr 1877 als Ordinarius nach Basel. Schon im Herbst des nächsten Jahres übersiedelte er als Nachfolger Schwenders nach Tübingen, wo er neun Jahre lang gewirkt hat.

Der Aufenthalt in der für ruhiges Schaffen so günstigen kleinen Universitätsstadt des Schwabenlandes, in der einst Hugo von Mohl die Zellenlehre begründen half und die Pflanzenanatomie erneuerte, wurde für Pfeffer zu einer sehr fruchtbaren Arbeitsperiode. Wenn man die beiden Bände der „Untersuchungen aus dem Botanischen Institut zu Tübingen“ (1881—1888) durchblättert, so findet man neben einer Anzahl von Schülerarbeiten fünf Abhandlungen aus Pfeffers Feder, die alle Teildisziplinen, die er bisher gepflegt hatte, um ein gutes Stück weiter förderten. Reizphysiologischen Inhaltes sind die Arbeiten „Zur Kenntnis der Kontaktreize“, „Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize“, „Über chemotaktische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten und Volvocineen“; Fragen der Stoffaufnahme und Stoffwanderung behandelt die Arbeit „Über Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen“, worin zuerst die Methode der „Lebendfärbung“ zur Anwendung gelangte; ein wichtiges Stoffwechselproblem endlich wird in der Abhandlung „Über intramolekulare Atmung“ besprochen.

Auf den Inhalt dieser Arbeiten näher einzugehen, kann nicht Aufgabe dieser Skizze sein. Nur eine Entdeckung möge ihrer allgemeinen Bedeutung und der Perspektiven halber, die sie eröffnete, kurz erwähnt werden: Der Nachweis der als psychophysisches oder Webersches Gesetz bekannten Beziehungen zwischen Reiz und Reaktion für die lokomotorischen Bewegungen der Samenfäden der Farne. Das Webersche Gesetz war bis dahin nur für die zu unserem Bewußtsein kommenden Reize festgestellt, es war ausschließlich ein sinnespsychologisches Gesetz. Der ungeheure Sprung von den Sinnesempfindungen des Menschen bis zu den Reizbewegungen der Spermatozoiden war der Anstoß dazu, daß nun neuerdings wieder die uralte Frage nach dem „Seelenleben“ der Pflanzen aufgeworfen wurde, die zuletzt G. Th. Fechner in seiner „Nanna“ als geistreicher Dichter und liebenswürdiger Philosoph eingehend behandelt hatte. Ob den Pflanzen Sinnesempfindungen im Sinne des Psychologen zukommen, wird niemals sicher bejaht, aber auch niemals sicher verneint werden können.

Über die Feststellung von Analogien kann die Naturforschung auf diesem Gebiete nicht hinauskommen; sie hat sie nicht abzulehnen und nur dafür zu sorgen, daß kein bloßes Spiel mit Analogien daraus werde, das sich dann als wissenschaftliche Erkenntnis ausgibt. Diesen Standpunkt vertritt auch Pfeffer, wenn er sagt, daß für Pflanzen und niedere Tiere in gleichem Sinne die Frage zu beantworten ist, inwieweit denselben psychische Regungen zuzugestehen seien. Daß Pfeffer berechnigte Analogien auf diesem Gebiete nicht leugnet und sich nicht zu dem Puritanertum jener Forscher bekennt, die die Korrektheit ihres physiologischen Denkens durch terminologische Reformen zum Ausdruck zu bringen suchen, geht besonders deutlich daraus hervor, daß er ohne Bedenken immer wieder vom „Empfindungsvermögen“ der Pflanzen spricht, ohne dasselbe im psychologischen Sinn zu verstehen. Um Wortstreitigkeiten hat Pfeffer sich nie viel gekümmert.

In die Tübinger Arbeitszeit fällt auch das Erscheinen der ersten Auflage seiner „Pflanzenphysiologie“ (1881). Der erste Band „Stoffwechsel“ umfaßt 383 Seiten, der zweite Band „Kraftwechsel“ 474 Seiten. Die völlig umgearbeitete zweite Auflage ist viel umfangreicher geworden. Der erste Band (1897) ist 620, der zweite (1904) 986 Seiten stark. Eine gewaltige Geistesarbeit steckt in dem großen Werke, das in der gesamten botanischen Literatur aller Kulturvölker einzig dasteht.

Wie Pfeffer im Vorworte zur ersten Auflage hervorhebt, wollte er keine einfache statistische Zusammenstellung der in der physiologischen Literatur gebotenen Versuche und Schlußfolgerungen liefern; er ist vielmehr bestrebt gewesen, „kritisch zu sichten und hervortreten zu lassen, welche Tatsachen als sicherstehend hinzunehmen sind und wo nur unzureichende und lückenhafte Erfahrungen vorliegen“. In der Tat kommt der kritische Scharfblick des Verfassers auf jeder Seite des Werkes zur Geltung, Fragezeichen werden auf Fragezeichen gehäuft, und nicht selten verschwindet beinahe die Feststellung der „sicherstehenden Tatsachen“ unter dem üppigen Geranke der gebotenen Einschränkungen und Vorbehalte, wozu die bis zum äußersten getriebene Vorsicht, die Verfolgung aller möglichen Seitenpfade den Verfasser nötigt. Gerade deshalb aber wird das Studium des Werkes für den Kenner zu einer sehr fesselnden und anregenden Lektüre, obgleich bei der begreiflichen Schwerflüssigkeit des Stiles nur ein sehr langsames und oft unterbrochenes Studium dem Leser dauernden Gewinn bringen kann. Es gibt wohl nur wenige wissenschaftliche Werke, die den Leser so sehr zu fruchtbarer geistiger Mitarbeit zwingen, wie Pfeffers Pflanzenphysiologie.

Im Herbst 1887 wurde Pfeffer als Nachfolger A. Schenks an die Universität Leipzig berufen, an der er eine noch regere Lehrtätigkeit entfalten

konnte als in Tübingen. Eine Anzahl bedeutender Pflanzenphysiologen, die gegenwärtig als Lehrer an Hochschulen des In- und Auslandes wirken, ist aus seiner Schule hervorgegangen. Obwohl nicht immer bei bester Gesundheit, blieb ihm doch Zeit und Kraft genug übrig, um eine Reihe größerer Abhandlungen zu verfassen, die zum Teil sehr mühevoll und langwierige Untersuchungen voraussetzten. In den „Studien zur Energetik der Pflanze“, in den Abhandlungen „Über Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper“, „Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vakuolen“, „Druck- und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen“ wurden im Anschluß an frühere Arbeiten allgemeine Probleme des Stoff- und Kraftwechsels behandelt. Mit seinen „Untersuchungen über die Entstehung der Schlabewegungen der Blattorgane“ ist Pfeffer wieder zu einem der schwierigsten Kapitel der Reizphysiologie zurückgekehrt. Den Löwenanteil seiner wissenschaftlichen Tätigkeit hat aber in Leipzig die Bearbeitung der zweiten Auflage seiner „Pflanzenphysiologie“ in Anspruch genommen, die seither in verschiedene andere Sprachen übersetzt worden ist.

So wie man von einer „theoretischen Physik“ spricht, darf auch von einer „theoretischen Physiologie“ gesprochen werden. Unter den Botanikern ist Pfeffer gegenwärtig ihr bedeutendster und vielseitigster Vertreter. Aber auch als Experimentator hat er ungewöhnlich Hervorragendes geleistet und eine ganze Reihe neuer Untersuchungsmethoden eingeführt, die noch lange die Wege zu neuen Auffindungen ebnen werden. Der Methode der „Lebendfärbung“, deren Urheber so manche Forscher, die sich heutzutage ihrer bedienen, schon nicht mehr kennen, ist oben bereits gedacht worden. Die Methode des „Gipsverbandes“ hat sich bei den verschiedenartigsten Untersuchungen über Wachstum und Arbeitsleistungen der Pflanze als höchst verwendbar erwiesen. Wie ein Zimmer für konstante Temperaturen zweckmäßig eingerichtet, wie ein tadellos funktionierender „Klinostat“ gebaut wird, wie der Projektionsapparat zur Demonstration von Lebensvorgängen angewendet werden kann, ist zuerst von Pfeffer gezeigt worden.

Der Jubilar hat nie besonderen Wert darauf gelegt, daß sein Name vor der breiten Öffentlichkeit genannt wird. Auch eignen sich ja nur wenige seiner Arbeiten für eine populäre Darstellung zwecks „belehrender Unterhaltung“. Um so größer ist die allgemeine Anerkennung seitens der Fachgenossen, der Akademien der Wissenschaften und anderer gelehrter Gesellschaften, deren ordentliches oder korrespondierendes Mitglied Pfeffer ist. Auch die Regierungen haben es an äußeren Zeichen der Wertschätzung nicht fehlen lassen. Pfeffer ist u. a. Ritter des Ordens Pour le mérite, der jetzt an Deutschlands siegreiche Feldherren verliehen wird. Auch der nun Siebzigjährige hat Schlachten gewonnen, Schlach-

ten der Wissenschaft, die gleich den Großtaten des Krieges in der Geschichte fortleben werden.

Möge er sich noch lange in körperlicher und geistiger Frische der Früchte seiner wissenschaftlichen Siege erfreuen!

## Wilhelm Pfeffer und die physikalische Chemie.

Von Prof. Dr. Ernst Cohen, Utrecht.

Die Physiologie hat mit dem osmotischen Druck als einer Tatsache zu rechnen, die in keiner Weise durch theoretische Erklärungen über das Zustandekommen des Druckes verschoben wird.

W. Pfeffer.

Wäre es *van't Hoff* beschieden gewesen, den heutigen Tag zu erleben, zweifelsohne hätte der Freund es sich nicht nehmen lassen, unserm Jubilar seinen Festgruß darzubringen und in beredten Worten den Einfluß zu schildern, welchen dessen osmotische Studien auf den Werdegang der physikalischen Chemie ausgeübt haben.

Ein grausames Geschick hat es anders gewollt!

Wer indes aufmerksam den Ausführungen folgt, die *van't Hoff* zu verschiedenen Zeiten über die Entwicklung des Wissenszweiges gegeben hat, der ihm so nahe am Herzen lag, dem dürfte es nicht schwer fallen zu erfahren, was die physikalische Chemie unserm Siebzigjährigen schuldet.

Folgen wir zunächst den Fäden, die die beiden Forscher zu ihrem Zusammentreffen im Labyrinth der osmotischen Erscheinungen führten, jenem Zusammentreffen, das für die von ihnen vertretenen Wissenszweige die schönsten Früchte zu zeitigen berufen war.

Wir betreten im Jahre 1872 das botanische Institut der Universität Marburg. Dort treffen wir den jungen Privatdozenten Pfeffer an, der sich mit den Vorarbeiten zu einer ausgedehnten Untersuchung befaßt, die erst in späteren Jahren, als er bereits als Extraordinarius in Bonn wirkte, ihren Abschluß finden sollte. Sein Problem skizziert er uns mit folgenden Worten: „Während ich bestrebt war, gewisse Bewegungsvorgänge auf den zugrunde liegenden Zellenmechanismus zurückzuführen, stieß ich auf Tatsachen, welche erst kausal erklärt werden mußten, ehe auf ein erfolgreiches weiteres Vordringen zu rechnen war. Vor allem mußte die Ursache der auffallend hohen hydrostatischen Druckkraft aufgedeckt werden, welche auch in Pflanzenzellen besteht, deren Zellsaft eine nur verdünnte Lösung ist, und hier wurde aus den Beobachtungen in der Pflanzenzelle die Fragestellung für experimentelle Forschung abgeleitet. Welche osmotische Druckkraft erzeugen gelöste Körper, speziell die sogenannten Kristalloide, wenn sie nicht diosmieren? — so lautete die nächste Frage, und Traubes Niederschlagsmembranen ermöglichten nach dem Muster der Pflan-

zenzelle den Apparat zu konstruieren, welcher zu den im physikalischen Teil niedergelegten Untersuchungen diene.

Durchaus von physiologischen Gesichtspunkten geleitet, wurde in den physikalischen Untersuchungen der Faden gelegentlich gerade da fallen gelassen, wo der Physiker von seinem Standpunkte aus die interessantesten Angriffspunkte erst gefunden haben würde. Meine wesentliche physiologische Aufgabe war aber, an der Hand der gewonnenen physikalischen Erfahrungen die maßgebenden Fundamente für die Zellmechanik osmotischer Vorgänge zu suchen. Auf Grund dieser Fundamente habe ich dann spezielle physiologische Erscheinungen beleuchtet, um die derzeitige Sachlage klarzulegen. Hoffentlich wird dieses den Anstoß geben, daß auch andere tätig auf einem Gebiete eingreifen, welchem die Arbeitskraft eines Einzelnen nicht entfernt gewachsen ist; denn osmotische Vorgänge kommen beinahe für alle Fragen in Betracht, welche sich auf Stoffwechsel und Kraftwechsel im Organismus beziehen.“

Heute sind die Ergebnisse der „Osmotischen Untersuchungen“ Pfeffers Gemeingut der Wissenschaft geworden. Wer aber die bei jenen Arbeiten zu überwindenden Hindernisse zu beurteilen vermag, wird auch jetzt, nach vierzig Jahren, des Experimentiertalentes des damaligen Privatdozenten bewundernd gedenken.

Auf die hier obwaltenden Schwierigkeiten hatte Moritz Traube bereits eingehend hingewiesen: „die Beobachtungen an den anorganischen Zellen“, so führte er aus, „würden, wie ich Grund zu vermuten habe, noch andere Wachstumserscheinungen der organischen Welt erklären, wenn man festere Fällungsmembranen erzeugen könnte als die bisher dargestellten, die durch ihre Zartheit und Vergänglichkeit und dadurch, daß sie den Versuchsgefäßen meist sehr fest anhaften, den Versuchen mancherlei Schwierigkeiten entgegenstellen. Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß die in der organischen Natur vorkommenden Membranen und Gewebe ebenfalls durch chemische Fällung entstanden sind, insofern sie sich aus einem ursprünglich flüssigen Medium, dem Nahrungssafte abgeschieden haben. Und doch, welche Kohärenz besitzen diese Niederschläge im Vergleich zu denen, die man bis jetzt in den Laboratorien darstellen konnte. Die Seile, mittels welcher Bramante den gewaltigen Obelisk in Rom hob und an eine andere Stelle brachte, waren zuletzt nichts anderes, als chemische Niederschläge in Form von Bastzellen. Vielleicht gelingt es einer den Fingerzeigen der organischen Natur folgenden Forschung, Niederschläge von ähnlicher Kohärenz auch in den Laboratorien zu erzeugen.“

Wären es diese Ausführungen Traubes, die unseren Privatdozenten dazu brachten, „als zur Nachahmung aufforderndes Modell die Pflanzenzellen zu wählen, in welchen die in ihren diosmotischen Eigenschaften den künstlichen Nieder-

schlagsmembranen ähnelnde Plasmamembran der Zellhaut angepreßt ist?“

Glänzend wurden die Schwierigkeiten überwunden; daß dieselben auch hohe Anforderungen an die Energie des Experimentators stellten, weiß jeder, der die Tatsache ins Auge faßt, daß es erst in jüngster Zeit Morse und seinen Mitarbeitern nach fast fünfzehnjährigem mühevollen Schaffen gelang, eine Pfeffersche Zelle zu bauen, die auch höheren osmotischen Drucken Widerstand zu leisten imstande ist.

Das Pfeffersche Osmometer ist allbekannt; es wäre „to carry coals to Newcastle“, wollte ich hier auf dessen Einzelheiten näher eingehen. Weniger bekannt dürfte sein, was unser Jubilar mir vor einigen Jahren mitzuteilen die Liebenswürdigkeit hatte: „... So kam es, daß ich die Sache mit Clausius besprach, der zunächst so hohe osmotische Drucke als unmöglich erklärte und nur unwillig die Tatsache anerkannte, nachdem ich ihm die Druckleistungen experimentell vorgeführt hatte. So ist es auch zu verstehen, daß Clausius sich nicht näher mit der Sache befaßte, obgleich ich in Gesprächen mit ihm wiederholt aussprach, daß offenbar irgend ein Zusammenhang zwischen osmotischer Leistung einerseits und Größe und Zahl der Moleküle andererseits bestehen müsse.“

Dem internationalen Charakter der Naturwissenschaften entsprechend, versetzen wir uns in Gedanken nunmehr in das Jahr 1883, in die Hauptstadt Hollands. Dort wirkte seit einigen Jahren ein junger Professor, der sich mit chemisch-dynamischen Studien befaßte. Die genaue Kenntnis des Verlaufs chemischer Reaktionen ist ihm zunächst Hauptzweck, diejenige des chemischen Gleichgewichts aber unmittelbar daneben, da dasselbe einerseits auf Gleichheit zweier entgegengesetzter Reaktionen beruht, andererseits seine Verknüpfung mit der Thermodynamik eine sichere Stütze gewährt. „Und“, wie van't Hoff uns selbst erzählt, „weiter mußte ich noch, denn die Gleichgewichtsfrage grenzt unmittelbar an das Affinitätsproblem, und so war ich angelangt bei der sehr einfachen Affinitätserscheinung, zunächst derjenigen, welche als Wasserentziehung sich äußert.

Schon Mitscherlich hatte sich in seinem Lehrbuche (4. Aufl. 1844, 565) die Frage gestellt nach der Größe der Anziehung, welche das Kristallwasser im Glaubersalz zurückhält. Ein Maß dafür erblickte er in der verminderten Kristallwasser-tension: „Wenn man in die Barometerleere bei 9° Glaubersalz bringt, sinkt das Quecksilber um 2½ Linien (5,45 mm) durch Wasserdampf-abgabe. Wasser selbst bewirkt dagegen eine Senkung von 4 Linien (8,72 mm) — die Affinität des Natriumsulfats zu seinem Kristallwasser entspricht also der Differenz 1½ Linien (3,27 mm), d. i. etwa 1/16 Pfd. (1/32 kg) pro Quadratzoll (2,615 qcm).“ Dieser Wert kam mir unerhört klein vor, hatte ich doch den Eindruck, daß auch die schwächsten chemischen Kräfte sehr groß sind, wie es mir z. B.

auch aus *Helmholtz' Faraday-Lecture* hervorgehen schien.

„So lag die Frage nahe, ob nicht noch in einfacheren Fällen diese Wasseranziehung in mehr direkter Weise zu messen sei, und dann ist wohl die wässerige Lösung die einfachst denkbare, bedeutend einfacher als die Kristallwasserbildung. Mit dieser Frage auf den Lippen aus dem Laboratorium kommend, begegnete ich dann meinem Kollegen *Hugo de Vries* und seiner Frau; der war gerade mit osmotischen Versuchen beschäftigt und machte mich mit *Pfeffers* Bestimmungen bekannt.“ Daß *van't Hoff* die „Osmotischen Untersuchungen“, die sich als eine wahre Fundgrube wichtiger experimenteller Daten entpuppten, als treues Vademecum betrachtete, darf nicht wundernehmen, wenn man weiß, daß seine theoretischen Ausführungen über die Affinität in jenem Buche eine unparteiische Bestätigung erfuhren. Und als er dann kurze Zeit darauf, wiederum an Hand thermodynamischer Betrachtungen zu dem Schlusse gelangte, daß die allbekannten Gesetze der verdünnten Gase sich auf die verdünnten Lösungen übertragen ließen, waren es wiederum die „Osmotischen Untersuchungen“ *Pfeffers*, die den Prüfstein jener Spekulationen bildeten, waren *Pfeffers* Messungen die einzigen direkten experimentellen Daten, die die Richtigkeit des Resultats zu beurteilen ihn instand setzten.

Daß das bereits viele Jahre früher gewonnene *Pfeffersche* Versuchsmaterial für den Urheber der neuen Theorie von höchster Wichtigkeit war, leuchtet ohne weiteres ein. Aber auch für die Fachgenossen, die dem neuen Gedankengange zunächst fremd gegenüberstanden, bildeten die vorliegenden direkten Messungen des osmotischen Druckes verdünnter Lösungen eine Art demonstratio ad oculos, deren Wert nicht hoch genug angeschlagen werden kann, zumal es sich um Ideen handelte, die sich — die Geschichte der physikalischen Chemie bietet dafür schlagende Belege — nur langsam Bahn brachen. Ich stehe denn auch nicht an der Meinung Ausdruck zu geben, daß die Übereinstimmung, die sich zwischen den Erfahrungen *Pfeffers* und den Forderungen der osmotischen Theorie herausstellte, nicht wenig dazu beigetragen hat, den neuen Anschauungen Eingang zu verschaffen.

Welchen Einfluß dann später die Theorie des osmotischen Druckes auf die Erkenntnis des Stoff- und Kraftwechsels in der Pflanze ausgeübt hat, darüber wird man sich wohl am liebsten durch die „*Pflanzenphysiologie*“ unseres Jubilars belehren lassen.

Utrecht, *van't Hoff*-Laboratorium.

## Die Bedeutung von W. Pfeffers physikalischen Forschungen für die Pflanzenphysiologie.

Von Prof. Dr. Friedrich Czapek, Prag.

Eine festliche Würdigung *Wilhelm Pfeffers* hat neben den glänzenden Errungenschaften,

welche die Biologie den experimentellen und theoretischen Arbeiten des großen Forschers verdankt, nicht weniger die in *Pfeffers* Arbeitsweise und Geistesrichtung so bestimmt hervortretende Stellung als Physiker zu betonen. Dies in vollem Umfange und mit aller wünschenswerten Fachkenntnis darzulegen, dürfte allerdings der Feder eines Biologen versagt sein. Das Werk eines Forschers, dessen Bedeutung und Eigenart sich nur an der Größe eines *Helmholtz* messen läßt, fordert einen ebenbürtigen Geschichtsschreiber.

Die berühmten „Osmotischen Untersuchungen“, in welchen *W. Pfeffer* 1877 ein Problem von anscheinend unüberwindlichen experimentellen Schwierigkeiten zielbewußt und so gut wie restlos gelöst hat, waren nicht ein vereinzelter großer glücklicher Wurf, wie er in der Geschichte der Forschung hier und da gelungen ist. Ihr Inhalt steht vielmehr in innigstem Zusammenhange mit *Pfeffers* ganzem wissenschaftlichen Entwicklungsgange.

Schon eine der ersten physiologischen Jugendarbeiten *Pfeffers*, die in Würzburg unter *Julius Sachs* ausgeführten Untersuchungen über die Wirkung farbigen Lichts auf die Zersetzung der Kohlensäure in Pflanzen (1871), zeigt den 26jährigen Forscher in seiner erstaunlich gründlichen Kenntnis der physikalischen Literatur und in der geschickten Durchführung experimenteller Einzelheiten voll und ganz als wissenschaftlichen Physiker. Gleich darauf wendet sich *Pfeffers* Arbeitskraft den so sehr fesselnden Problemen der Bewegungsphysiologie zu, und in den 1873 erschienenen „*Physiologischen Untersuchungen*“ über *Mimosa* prägen sich scharf ungewöhnliche Züge einer wahren großen physikalischen Begabung bei dem jungen Marburger Privatdozenten der Botanik aus. Trotz der sichtlich durch die nicht allzu reich bemessenen Hilfsmittel des Laboratoriums eingegengten experimentellen Durcharbeitung der Fragen drückt das scharf zergliedernde Eingehen auf die Einzelbeobachtungen, die eminente analytische Fähigkeit, die sachliche Darstellung, welche weder Bilder, noch Kombinationen, noch philosophische Exkurse, noch ökologische Erörterungen kennt, der Arbeit einen überaus markanten Charakter auf. Selbst ein der Biologie wissenschaftlich nicht näher stehender Physiker muß lebhaft Freude und natürliches Interesse empfinden, wenn er die klare Behandlung der Mechanik des Reizvorganges in dieser Untersuchung verfolgt. Das Suchen nach weiten Überblicken, den unbezwingbaren Trieb nach ordnendem Zusammenfassen, wie er anderen hervorragenden Biologen eigen ist, vermissen wir hier. Unser Forscher gehört nicht zu den „Polizeimenschen“ *Immanuel Kants*, denen vor allem jede Unordnung, auch in dem entlegensten Winkel ihres geistigen Gebietes, ein unerträglicher Gedanke ist. Unbekümmert um solche Bestrebungen geht *Pfeffer* auf dem von ihm abgegrenzten Gebiete analysierend in die Tiefe ein.

Die Fortsetzung des Werkes, welche nach *Pfeffers* Berufung als außerordentlicher Professor nach Bonn unter dem Titel „Die periodischen Bewegungen der Blattoorgane“ 1875 erschien, trägt, die Denkrichtung ihres Verfassers klar bezeichnend, die Widmung an *Helmholtz*. Sie bietet außerordentliches Interesse durch ihre Methodik. Vor allem werden wir gefesselt durch das meisterhafte Erfassen des physikalisch lösbaren Hauptproblems in der Untersuchung der Biegefestigkeit der reizbaren Blattgelenke. Es ist bekannt, wie wichtig und wie schwierig es in der Physiologie ist, den richtigen Punkt des zu untersuchenden Fragenkomplexes auszuwählen, in welchem der Hebel der physikalischen Methode zunächst einzusetzen ist. Dies wird in der Regel bei größeren Problemen ohne hervorragendes physikalisches Talent nicht möglich sein. Aber kaum leichter ist die fernere Aufgabe, jene inneren physiologischen Vorgänge, welche kausal wichtig, jedoch nicht dem Experiment direkt zugänglich sind, als physikalische Faktoren im Hinblick auf den beobachteten Außeneffekt richtig zu beurteilen. Hier strandet der unphysikalische Forscher meistens an der Sandbank unklarer vitalistischer Vorstellungen. Wie glänzend *Pfeffer* dieser Aufgabe Herr wird, ist ungemein lehrreich zu verfolgen. Dabei beobachten wir immer wieder, wie zunächst die mit den derzeitigen Mitteln der Physik lösbaren Teilfragen ohne Schwanken herausgewählt werden. Diese Arbeiten hatten zu dem bedeutsamen Ergebnis geführt, daß die lebende Zelle imstande ist, außerordentlich hohe hydrodynamische Druckleistungen zu entwickeln. Wie kommen nun diese Kräfte zustande, welche Erklärung vermag die Physik für diese so auffallenden Tatsachen zu liefern?

Dieses gewaltige Problem führte nun *Pfeffer* zum erstenmal über das bis dahin erforschte Reich der Physik hinaus. Kein Physiker konnte damals darüber Aufschluß geben, welche Stoffe solche Wirkungen ausüben imstande sind. Selbst *Clausius* erklärte es *Pfeffer* gegenüber als eine Unmöglichkeit, osmotische Druckkräfte von Salzen zu messen. Der Wunsch, ein möglichst der Wirklichkeit nahe kommendes Modell der osmotisch tätigen lebenden Pflanzenzelle herzustellen, ferner einige Anhaltspunkte, welche *W. Traubes* geniale Versuche über anorganische Niederschlagsmembranen ergaben, waren die Keime zur experimentellen Durchführung der osmotischen Untersuchungen an Salzen. Nach langen Mühen, Enttäuschungen und Irrwegen, wie sie große Forscherleistungen fast immer mit sich bringen, führten dieselben schließlich zu den Grundlagen der Lehre vom osmotischen Druck in Lösungen der gewaltigen Basis, auf welcher lange Zeit die physikalische Chemie ausschließlich ruhte.

Wollen wir hier *Pfeffer* als physikalischen Forscher kennzeichnen, so können wir dies nicht besser tun, als in Anlehnung an die schönen Worte, welche *Pfeffer* selbst gelegentlich dem Vater der

osmotischen Forschung, *Dutrochet*, widmet. Es lag ihm fern, „begeistert von einer Idee über Fragen hinwegzueilen, deren kritische Erwägung dem Gedankenfluge Halt geboten haben würde“. Es schien ihm „nüchternes Zurechtfinden in der Welt der Erscheinungen“ immer das Wesentlichste; er vermied es stets, durch Hypothesen „zuvor richtig Gesehenes in einen unnatürlichen Rahmen zu zwängen“.

In der vergleichenden Biologie ist es eher möglich, durch Wiedergabe der kaleidoskopartig unendlich variierenden Verhältnisse ein Heer von guten Beobachtungen wohlgeordnet, wenn auch ohne allzustraffes Zusammenfassen, so wiederzugeben, daß der Leser ein anschauliches Bild von den Erfahrungen des Verfassers erhält. Die physikalische Forschung jedoch hat meist in großen einfachen Zügen ein Erscheinungsbild zu entwerfen, welches seinen wissenschaftlichen Wert durch die richtige Erkennung der bestimmenden Beziehungen erhält, welche dem Phänomen zugrunde liegen. Dadurch erst erhebt sich die Arbeit über den Rang einer gelegentlichen Beobachtung. Ein Mißgriff in der Beurteilung der Verkettung von ursächlichen Faktoren hat hier viel unheilvollere Folgen, als in biologischen Darstellungen, und beraubt in der Regel die Arbeit eines realen Wertes. Den richtigen Blick aber für die wahre Verknüpfung der Tatsachen wird immer nur derjenige Forscher haben können, welcher unbefangen und eingehend den Stand der Dinge prüft und sich von anderen Einflüssen nicht verlocken läßt.

*Pfeffer* selbst führte bekanntlich den rein physikalischen Teil der osmotischen Untersuchungen nicht weiter. Doch fesselte ihn andauernd die von ihm erschlossenen Grenzgebiete der Physik und Chemie; die Physik der Pflanzenzelle und des Protoplasmas bleibt für sein ferneres Leben eines seiner Lieblingsstudienobjekte. Viele der pflanzenphysiologischen Arbeiten aus *Pfeffers* späterer Bonner und nachherigen Tübinger Zeit werden das lebhafteste Interesse der Fachphysiker beanspruchen dürfen, vor allem die grundlegenden Studien über die Rolle der Pflanzenatmung als Mittel zur Beschaffung der Betriebsenergie, über die intramolekulare Atmung und Gärung; nicht weniger die 1883 begonnenen Untersuchungen über Chemotaxis, welche reizvolle physikalische Probleme enthüllen.

Es sei hier gestattet, auf die berühmte Hypothese *Pfeffers* über die Natur der Sauerstoffatmung der Pflanzen und den Zusammenhang von Atmung und Gärung näher einzugehen. *Pasteur* hatte wohl zuerst die große Bedeutung der Versuche von *Lechartier* und *Bellamy* erkannt, welche zeigten, daß Früchte im sauerstofffreien Raume fortfahren, Kohlensäure auszuscheiden und dabei Alkohol bilden. Der große französische Biologe war sich dessen klar, daß dieser Prozeß mit der Alkoholgärung durch Hefe identisch sein müsse. *Pfeffer* ging, mittlerweile durch die schönen Versuche von *Pflüger* über die Kohlen-



säureproduktion durch Tiere bei Sauerstoffentzug weiter gestützt, einen wichtigen Schritt auf dieser Bahn weiter. In seiner 1878 erschienenen Arbeit „Das Wesen und die Bedeutung der Pflanzenatmung“, worin *Pfeffer* auch den seither allgemein für die Kohlensäureproduktion ohne Sauerstoffkonsum gebräuchlichen Ausdruck „intramolekulare Atmung“ zuerst einführt, weil es sich um  $\text{CO}_2$ -Erzeugung durch Molekularspaltung handelt, ist wieder die Wahl des physikalischen Ausgangspunktes für die Lösung des Problems entscheidend. Nachdrücklich hob *Pfeffer* hervor, daß sowohl die normale Sauerstoffatmung als die anaerobe Atmung einem gemeinsamen Ziele dienen: durch molekulare Umsetzungen geeigneter Zellsubstanzen diejenige Energiemengen zu liefern, welche zur Instandhaltung des Betriebes im Zelleben notwendig ist. Infolgedessen müssen beide als „Atmung“ oder „Betriebsstoffwechsel“ bezeichnet werden. Daraus ergibt sich sofort eine außerordentliche Vertiefung des Atmungsproblems. *Pfeffer* lenkte aber weiter die Aufmerksamkeit auf die bei Sauerstoffentziehung prompt eintretende Alkoholbildung bei Früchten und anderen Pflanzenorganen und sah voraus, daß derlei Vorgänge in weiter Verbreitung bei Pflanzen vorkommen müssen. Wenn aber eine solche Vertretung der Sauerstoffatmung durch Alkoholgärung stattfindet, so muß man einen innigen Zusammenhang zwischen beiden Prozessen annehmen, so daß *Pfeffer* geradezu die Alkoholgärung als Ursache der Sauerstoffatmung anzusprechen in der Lage war. Diese Auffassung hat sich vollständig bewährt. Augenscheinlich finden gewisse der Alkoholgärung zugrundeliegende Zuckerspaltungen, wenigstens in ähnlicher Form, auch bei der Sauerstoffatmung primär statt, an die sich erst weiterhin Sauerstoff bindende Prozesse anschließen. Dabei ist es durchaus unnötig, anzunehmen, daß auch in der Sauerstoffatmung Alkohol wirklich entsteht; wahrscheinlich ist dies sogar in der Regel nicht der Fall. Die „Tübinger Untersuchungen“ bringen in der Folge noch eine Reihe weiterer wertvoller Beiträge zur Bearbeitung des Atmungsproblems.

Hier gelangen wir zur Schwelle von *Pfeffers* Leipziger Forscherlaufbahn, welche das Ansehen deutscher Wissenschaft so mächtig fördern geholfen hat, und von der wir eine lange, segensreiche Fortdauer noch erhoffen. Von den Arbeiten physikalisch-physiologischen Inhaltes, welche in die ersten Leipziger Jahre fallen, kann nicht eindringlich genug auf die bedeutsamen Studien zur Kenntnis der Plasmahaut (1890) und zur Energetik der Pflanze (1892) die Aufmerksamkeit hingelenkt werden. Die erstgenannte Arbeit stellt die tiefstinnigste Studie über den Mikrokosmos der lebenden Zelle dar, die wir aus der Physik des Protoplasmas bis heute besitzen. Kaum sind selbst jetzt alle geistigen Schätze gehoben, welche hier niedergelegt sind, nicht nur für die Biologie, sondern auch für die wissenschaftliche Physik. Wir

finden hier einen Epilog zu den osmotischen Untersuchungen, welche dieselben weitreichend ergänzt. Wir finden auch die erste Darstellung der fundamentalen Erscheinungen, welche die Oberflächenenergie im Zellplasma bedingt, im Anschlusse an die geistvollen Arbeiten des Physikers *Quincke*, die in uns den lebhaften Wunsch erregen, daß sich mehr physikalische Forscher finden mögen, die in gleich unermüdlicher Weise die Biologie durch die Bearbeitung zellphysiologischer Fragen fördern würden. Voraussichtlich wird das Studium der Oberflächenwirkungen einst zu ebenso bedeutenden physikalischen und biologischen Ergebnissen führen, wie die Aufklärung der Natur des osmotischen Druckes.

Die Studien zur Energetik der Pflanze bringen die umfassendste Behandlung des Energieumsatzes in der lebenden Zelle, welche bisher auf pflanzenphysiologischem Gebiete vorgenommen worden ist. Mit tiefer Berechtigung äußert sich *Pfeffer* hier dahin, „daß die getrennte Betrachtung der Lebensvorgänge nach der stofflichen und energetischen Seite überhaupt nur aus praktischen Rücksichten geboten sei und durch unsere psychischen Fähigkeiten bedingt werde, welche über die dualistische Auffassung von Materie und Energie nicht hinauszukommen vermochten“.

Und wie sehr sich der Physiologe *Pfeffer* Physiker fühlt, zeigen uns die 1895 in einer akademischen Inaugurationsschrift geäußerten Gedanken über die Aufgaben der Physiologie: „Speziell der Physiologie fällt als letztes Ziel die Aufgabe zu, die Bedeutung und Verwendung der im Weltall gebotenen elementaren Mittel und Kräfte für den Bau und den Betrieb der lebendigen Organismen zu erforschen. Dieses dürfte aber das schwierigste und verwickeltste Problem sein, welches das gesamte Walten und Schaffen auf unserem Planeten stellt, und es ist selbstverständlich, daß ohne ein eingehendes Studium einfacher Verhältnisse, ohne die tatkräftige Unterstützung von seiten der Chemie und Physik ein erfolgreiches Vordringen in das wunderbare Getriebe des lebendigen Organismus gar nicht möglich ist.“

In der Einleitung zum ersten Band der zweiten Auflage der monumentalen „Pflanzenphysiologie“ (1897) finden wir Äußerungen darüber, wie sich *Pfeffer* die physikalische Analyse der Lebensvorgänge denkt: „Alle Naturwissenschaft vermag überhaupt nur auf Grund der durch Erfahrung bekannten Eigenschaften abzuleiten, was unter gegebenen Bedingungen mit Notwendigkeit erfolgt; und wenn der Physiologe auf empirische Qualitäten baut, welche Resultanten aus verwickelten Komponenten sind, so verfährt er hierbei nicht anders als der Physiker, dem häufig eine in Faktoren zerlegbare Größe als Ausgangspunkt für seine Forschung dient, oder der Mathematiker, der die Folge aus Voraussetzungen zwingend darlegt, auch wenn er komplexe Größen in die Rechnung einführt.“

Von den wichtigen Ergebnissen der Arbeiten

*Pfeffers* auf dem Gebiete der Ernährungsphysiologie aus dieser Zeitperiode muß wenigstens die Erforschung des elektiven Stoffwechsels, der regulatorischen Beeinflussung der Enzymproduktion und des relativen Ausnutzungsgrades der Nahrungsbestandteile von Pflanzen wegen des weittragenden Charakters dieser Darlegungen hier Berücksichtigung finden. Schon *Pasteur* hatte die hochinteressante Tatsache entdeckt, daß die beiden optischaktiven Weinsäuren durch Pilze sehr ungleich verarbeitet werden. In der Folge haben sich Beispiele derartiger Vorgänge in größerer Zahl, z. B. bei Milchsäure, Mandelsäure, Glycerinsäure, Hexosen und anderen racemischen Verbindungen, ergeben, so daß sich die organische Chemie dieser „biologischen Methode“ nicht selten mit großem Erfolg zur Isolierung sonst nicht rein darstellbarer optischaktiver Modifikationen bedienen konnte. Erst *Pfeffer* hat das wahre Wesen dieser Erscheinung 1895 dahin präzisiert, daß es sich um ungleich schnelle Verarbeitung der optischaktiven Modifikationen handele, und der Fall nicht anders liegt als z. B. bei gleichzeitiger Darbietung von Glycerin und d-Glukose, wo die Gegenwart der letzteren das Glycerin erfolgreich vor dem Verbrauche schützt. Im Verein mit seinen Schülern *Katz* und *Hansteen* hat *Pfeffer* weiter gezeigt, wie bei verschiedener Kohlenstoffernährung Enzyme in sehr verschiedener Menge erzeugt werden, und andererseits die Abfuhr der enzymatischen Reaktionsprodukte weitgehend die Mobilisierung von Reservestoffen unterstützt. Die große Bedeutung dieser Vorgänge beruht auf ihrem Charakter als Selbststeuerungs-Erscheinungen. Nur wenn Schimmelpilze auf stärkehaltigem Nährboden wachsen, bilden sie sehr reichlich Diastase, wogegen die Erzeugung dieses Enzyms erheblich beschränkt wird, wenn stärkefreier Nährboden geboten wird. Ebenso wird die Stärke in isolierten Maisendospermen unter der Einwirkung diastatischen Enzyms nur dann rasch in Zucker übergeführt, wenn man durch Befestigen der Samen auf wasserdurchtränkten Gipssäulchen, die in größere Wasserbehälter gestellt werden, dafür sorgt, daß der entstandene Zucker ebenso rasch entfernt wird, wie es am unversehrten keimenden Samen durch den wachsenden Embryo geschieht.

Eine treffende Charakteristik des Nährwertes von Kohlenstoffverbindungen erhält man, wie *Pfeffer* zuerst durch *Kunstmann* 1895 zeigen ließ, wenn man vergleicht, wieviel Pilztrockengewicht durch 100 Gewichtsteile des dargebotenen Stoffes erzeugt werden kann. Dieses Verhältnis wurde als „ökonomischer Koeffizient“ bezeichnet. Er ist im allgemeinen umso größer, je besser eine Verbindung nährt, im übrigen ebenso veränderlich, wie der respiratorische Koeffizient mit der Zusammensetzung des Substrates, mit der Temperatur usw. Daß Reziprozität mit dem Verbrauche in der Atmung eintreten kann, ist leicht verständlich.

Nur kurz kann auf die Arbeiten über temporäre Inaktivierung von Chlorophyllkörnern

durch verschiedene chemische und physikalische Faktoren, ferner über die Sauerstoffbindung durch bestimmte Bakterienfarbstoffe, und auf verschiedene Institutsarbeiten über das Problem der Turgorerzeugung und Plasmapermeabilität hingewiesen werden. Der Einfluß der zahlreichen ernährungsphysiologischen Arbeiten des Leipziger Institutes war ein äußerst tiefgehender auf die neuere Entwicklung der chemischen Physiologie der Pflanze.

*Pfeffers* wissenschaftliche Darstellungsweise ist, wie bei vielen Naturforschern, welche von der Biologie ausgehend, mit Vorliebe theoretisch-physikalische Probleme bearbeiten, häufig stark abstrahierend. In manchen Schriften, vor allem in den allgemeinen Abschnitten der „Pflanzenphysiologie“, findet man stellenweise gehäuft aufeinander folgend Urteile von weitestem Geltungsbereiche. Mancher Biologe, welcher mehr dazu neigt, die konkreten Tatsachen bis in ihre Einzelheiten zu vergleichen, wird in *Pfeffers* Handbuch mehr eine philosophische Behandlung botanischer Probleme, als die Pflanzenphysiologie selbst erblicken wollen. Eine derartige Auffassung würde aber nicht die zutreffenden Gesichtspunkte entwickeln; denn *Pfeffer* formuliert seine Zusammenfassungen nicht anders als es ein hervorragender Physiker tun müßte, wenn er ein sachkundiges Urteil über physiologische Fragen und Forschungsziele abzugeben hätte. Seine Verallgemeinerungen bleiben jeder metaphysischen Verkleidung fern. Sie führen niemals Begriffe ein, welche nicht mehr der exakten Naturwissenschaft angehören: immer sehen wir das Bestreben, die Analyse des biologischen Vorganges auf einem Boden zu erhalten, welcher der Erforschung in der anorganischen Naturwissenschaft zugänglich ist. Von einer solchen Grundlage sind die theoretischen Betrachtungen über „Auslösungsercheinungen“ ausgegangen, welche nur den Zweck im Auge haben, die komplexen vitalen Reizbewegungen von demselben gemeinsamen höheren Standpunkte aus zu behandeln, wie komplexe anorganische Mechanismen. Analog faßte *Pfeffer* die „Selbstregulation“ der lebenden Organismen als eine Summe von Einrichtungen auf, welche für Vitalprozesse überaus charakteristische, höchst verwickelte Mechanismen bedeuten, die jedoch prinzipiell ohne weiteres Gegenstücke in der unbelebten Natur, wenn auch viel einfacheren Baues, zu konstruieren gestatten.

Die überaus scharfe Begriffsdefinierung und Abgrenzung, welche für *Pfeffers* Darstellungsweise so bezeichnend ist, erlaubte es ihm schon in der ersten Auflage der „Pflanzenphysiologie“ vielfach Zusammenhänge zu formulieren, welche erst lange Zeit nachher durch die experimentelle Forschung bestätigt und so für die Wissenschaft neu erobert werden konnten. Wie oft ist es nicht uns jüngeren Physiologen vorgekommen, daß wir nach eingehendem Nachdenken über ein Problem und mühsamer Bestimmung der be-

stehenden Möglichkeiten *Pfeffers* Handbuch zur Hand nahmen und darin an unerwarteter Stelle klipp und klar die Lösung der Frage scharf umrissen angegeben fanden. Dies trifft nur bei wirklich großen physikalischen Darstellungen in diesem Grade zu, wie *Willard Gibbs* „Thermodynamische Untersuchungen“, und es ist ein Kennzeichen solcher Werke, daß man in ihnen schließlich alles vorgesehen findet, was man im Weiterforschen sucht.

Vorbildlich für jede wissenschaftliche physikalische Darstellung ist *Pfeffers* scharfe Wertung rein formaler Beziehungen, welche in die Natur der untersuchten Erscheinung nicht näher eindringen. Wie oft wird nicht vergessen, daß mit einem mathematisch formulierten Abhängigkeitsgesetz eine tiefere Einsicht in das Phänomen nicht gewonnen werden muß. Wenn aber z. B. *Pfeffer* in seinen Untersuchungen über Chemotaxis das logarithmische Wirkungsgesetz herauschält, so läßt er immer wieder erkennen, daß er damit nur eine einfache äußere Beziehung aufstellt, die uns vorderhand über das Wesen lokomotorischer Richtungsbewegungen durch chemische Reize nichts aussagt. Solche Gesetze pflegen zu tieferliegenden Ergebnissen erst zu führen, wenn man sie in weiterer Verbreitung nachweist und im günstigsten Falle die Aufdeckung einer neuen Beziehung durch das zuerst gefundene Gesetz möglich wird.

Nicht zuletzt verleiht den Arbeiten *Pfeffers* die glänzende Experimentaltechnik dauernden hohen Wert, die sich bis auf die feinsten Kunstgriffe in der Behandlung des Materials und die Apparatur erstreckt, wie die Kette der Veröffentlichungen von den „Osmotischen Untersuchungen“ an bis zur „Druck- und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen“, und zu den letzten großen Untersuchungen über die Schlafbewegungen mit ihren scharfsinnig erdachten, selbstregistrierenden Vorrichtungen in vielen Beispielen lehrt. Darin hat es *Pfeffer* wohl unter allen Pflanzenphysiologen der letzten Jahrzehnte entschieden zur größten Vollendung gebracht.

## Wilhelm Pfeffers Bedeutung für die Reizphysiologie.

Von Prof. Dr. H. Knip, Würzburg.

Die Entwicklung der neueren Pflanzenphysiologie ist vor allem an zwei Namen geknüpft: *Julius Sachs* und *Wilhelm Pfeffer*. *Sachs* war der Lehrer *Pfeffers*. Er hat *Pfeffer* die erste Anregung zu physiologischen Studien gegeben. Schon sehr bald ist aber *Pfeffer* eigene Wege gegangen, die für die pflanzenphysiologische Forschung richtunggebend geworden sind.

Eine erschöpfende Behandlung der Bedeutung *Wilhelm Pfeffers* für die pflanzliche Reizphysiologie (mit der wir uns hier allein zu beschäftigen haben) würde in der Tat fast gleichbedeutend sein

mit einer geschichtlichen Darstellung der Entwicklung dieser Wissenschaft in den letzten Decennien. Nachdem die ersten Grundlagen der modernen Pflanzenphysiologie durch *Sachs* geschaffen waren, ist es *Pfeffer* gewesen, der diese Grundlagen gefestigt und erweitert und darauf das Gebäude errichtet hat, das im wesentlichen die heutige Pflanzenphysiologie ausmacht. Seit dem Jahre 1881, in dem zum ersten Male *Pfeffers* großangelegtes Handbuch der Pflanzenphysiologie erschien, ist gewiß manches in dieses Gebäude eingebaut, manches angebaut worden, aber der Grundplan hat sich nicht geändert. So konnte *Pfeffer* mit Recht der zweiten Auflage seines Handbuchs (1897) den Satz voranstellen, der auch heute noch gilt: „Trotz aller Umgestaltungen und Erweiterungen haben sich die Fundamente nicht wesentlich verschoben.“

Nur ganz wenigen Forschern ist es beschieden, kritischen Scharfblick mit großer Produktivität zu vereinen. Zu diesen wenigen, die beides in gleichem Maße besitzen, gehört *Pfeffer*. Daraus ergibt sich schon, daß wir in seinen Arbeiten niemals Hypothesen finden, deren Prämissen nicht auf das Sorgfältigste nach allen Richtungen geprüft, und die nicht durch experimentell erwiesene Tatsachen in weitgehendstem Maße gestützt sind. Durch strenge Einhaltung der Grenzen dessen, was aus Tatsachen geschlossen werden kann, ohne den Boden des Empirischen in unzulässiger Weise zu überschreiten, sind *Pfeffers* Arbeiten gleichermaßen ausgezeichnet wie durch die meisterhafte Interpretation und logische Verwertung der Ergebnisse des Experiments. Jede Einzeltatsache wird in allen ihren Konsequenzen verfolgt; eine scharfe Scheidung ist durchgeführt zwischen dem, was daraus unter Voraussetzung gewisser nicht streng erwiesener Möglichkeiten erschlossen werden kann und dem, was mit zwingender Notwendigkeit geschlossen werden muß; durch die allseitige Beleuchtung von den verschiedensten Gesichtspunkten aus wird sie in Verbindung gebracht zu dem bisher Erforschten und in das System der Wissenschaft eingereiht. So finden wir in *Pfeffers* Arbeiten reichste Phantasie im kombinatorischen und nicht minder im schöpferischen Sinne, und doch nirgends eine Spur von dem, was man phantastisch zu nennen sich gewöhnt hat.

Nicht zum wenigsten liegt gerade darin die Bedeutung der *Pfefferschen* Arbeiten, daß es nicht möglich ist, ihren Inhalt mit wenigen Schlagworten zu charakterisieren; nie werden Einzelprobleme isoliert behandelt, vielmehr bilden allgemeinste Prinzipien stets den Ausgangspunkt und das Endziel. Auch ein zweites ist nicht möglich: eine Einteilung der Arbeiten in reizphysiologische und andere. Wenn wir von den allerersten botanischen Untersuchungen, die pflanzengeographischen und entwicklungsgeschichtlichen Problemen gewidmet sind, und noch einigen wenigen anderen Arbeiten absehen, so spielen reizphysiologische Fragen überall eine bedeutende Rolle. Verdanken

doch die „Osmotischen Untersuchungen“ ungeachtet ihrer grundlegenden Bedeutung für die physikalische Chemie und die Stoffwechselphysiologie gerade reizphysiologischen Arbeiten ihren Ursprung. Wir werden uns daher nicht ausschließlich darauf beschränken können, hier nur derjenigen Studien zu gedenken, die schon durch ihren Titel die Klassifizierung unter die Rubrik Reizphysiologie verraten.

Die exakte und kritische Arbeitsmethode, die die theoretische Behandlung der Probleme auszeichnet, findet sich in demselben Maße auf die praktische, experimentelle Arbeit angewandt. Auch in dieser Richtung sind Pfeffers Untersuchungen bahnbrechend geworden, ganz besonders im Gebiete der pflanzlichen Reizphysiologie. Es ist früher wenig üblich gewesen, über die Methodik pflanzenphysiologischer Untersuchungen allzu viel Worte zu verlieren. Mag es davon auch manche Ausnahmen gegeben haben, so ist es doch erst Pfeffers Verdienst, die Methodik so präzise gestaltet zu haben, daß sie allen Ansprüchen an Exaktheit genügt. Für die Einreihung der Pflanzenphysiologie in die exakten Wissenschaften ist erst dadurch die eigentliche Vorbedingung geschaffen worden. Die oft unberechenbaren Schwankungen, die das lebende Objekt aufweist, hatten früher wohl vielfach Anlaß gegeben, auf feinere Untersuchungsmethoden zu verzichten. Gerade hieraus entspringt aber die Notwendigkeit, höhere Ansprüche an die Genauigkeit der Methodik zu stellen. Nur so ist die Entdeckung der ungeahnten Empfindlichkeit vieler Pflanzen, äußeren Reizen gegenüber, möglich gewesen, für die die Erforschung der Chemotaxis durch Pfeffer — zugleich eine der ersten Arbeiten, die die *quantitativen* Untersuchungsmethoden in der pflanzlichen Reizphysiologie anwendet — eine der ersten Beispiele gegeben hat.

Der besonders glücklichen *technischen* Begabung Pfeffers verdanken wir die Konstruktion zahlreicher Apparate, die heute allgemein bei pflanzenphysiologischen Untersuchungen Verwendung finden. Am bekanntesten ist wohl der Pfeffersche Klinostat, ein Apparat zum Ausschluß der einseitigen Schwerkraftwirkung auf die Pflanze. Wir erwähnen ferner das Horizontalmikroskop, die Ausarbeitung von Methoden zur selbsttätigen Registrierung des Wachstums und verschiedener Reizbewegungen der Pflanzen, die Einführung des Gipsverbands in die Pflanzenphysiologie zur Inhibierung des Wachstums, die Einrichtung eines Zimmers mit automatisch regulierter, konstanter Temperatur, die zahlreichen Versuchsanordnungen für didaktische Zwecke u. s. f.

Wenn von reizbaren Pflanzen die Rede ist, so denkt man unwillkürlich an die von alters her wegen ihres eigenartigen Bewegungsvermögens bekannte *Mimosa pudica*. Es ist vielleicht kein Zufall, daß Pfeffer gerade dieser Pflanze seine erste reizphysiologische Untersuchung gewidmet hat. Die Fiederblätter der Sinnpflanze besitzen an der

Ansatzstelle ihres Stiels wulstartige Gelenke, in welchen die auf den Berührungreiz erfolgende Abwärtskrümmung lokalisiert ist. Ganz dieselben Vorrichtungen haben die einzelnen Blättchen, doch bewegen sich diese nach Reizung aufwärts. Wir sehen hier von letzteren ab und berücksichtigen nur die Krümmung des Hauptblattstiels. Schon vor langer Zeit ist festgestellt worden, daß das Gelenk selbst, und zwar nur dessen Unterseite, reizempfindlich ist, während Berührung der Oberseite keine Krümmung auslöst. Über den Mechanismus dieser Krümmung waren aber die Ansichten bis zum Jahre 1872, als Pfeffers erste Mitteilung über den Gegenstand erschien, äußerst widersprechend. Die grundlegenden Untersuchungen Brückes, denen die gebührende Beachtung vielfach versagt worden war, erfuhren durch Pfeffers exakte Messungen eine glänzende Rechtfertigung. Pfeffer stellte außer Zweifel, daß nach der Reizung die untere Hälfte des Gelenkpolsters eine erhebliche Volumenverringering zeigt, die darauf beruht, daß die Zellen hier eine plötzliche Turgorverminderung (Erschlaffung) erfahren. Diese Entspannung ist begleitet von einem Austritt von Wasser aus den Zellen, das sich in die Interzellularen ergießt. In scharfsinniger Weise wird dargestellt, daß eine Veränderung der elastischen Eigenschaften der Zellmembran, wie Nägeli und Schwendener, ebenso Hofmeister annahmen, für die Erklärung des Erschlaffens nicht in Frage kommen kann, daß vielmehr die Ursache der Erscheinung eine plötzliche Depression des hydrostatischen Druckes im Zellumen selbst sein muß. Der völlig einwandfreie *experimentelle* Beweis hierfür ließ sich allerdings für *Mimosa* selbst nicht führen, dagegen für die in der gleichen Arbeit<sup>1)</sup> behandelten, ebenfalls auf Stoßreize reagierenden Staubblätter einiger, zur Unterfamilie der Cynareen gehörigen Kompositen. Wenn aber irgendwo ein Analogieschluß berechtigt ist, so ist es hier der Fall.

Auf einen Reiz hin erfahren diese Filamente eine plötzliche Verkürzung, die mit beträchtlicher Volumenabnahme der zylindrischen Zellen verbunden ist, ohne daß diese dabei an Dicke nennenswert zunehmen. Die Forscher, die sich vor Pfeffer mit dem Zustandekommen der Verkürzung beschäftigt hatten (es waren keine geringeren als F. Cohn, Unger, Hofmeister), hatten die Erscheinung nicht nur ungenau beobachtet, sondern auch unrichtig gedeutet. Pfeffer wies nach, daß bei der Verkürzung Wasser aus dem Zellinnern gepreßt wird; er zeigte ferner durch Dehnungsversuche, daß die Membran dabei ihre Elastizität nicht verändert.

Die Bedeutung der erwähnten Untersuchungen erhält man besten aus einer Betrachtung der Anschauungen, die vor ihrem Erscheinen die herrschenden waren, und des Einflusses, den sie auf die weitere Entwicklung der Pflanzenphysiologie ausgeübt haben. Das Ansehen, das Wilhelm Hof-

<sup>1)</sup> Physiologische Untersuchungen Leipzig 1873.

*meister* genoß, bedingte es, daß die von ihm mit großem Nachdruck verfochtene Ansicht, die Reizbarkeit habe ihren Sitz in der Zellmembran, sich sehr vielseitige Anerkennung zu verschaffen gewußt hatte. Die Irrigkeit dieser Ansicht dargelegt und dem Plasma die ihm gebührende Rolle bei der Reizbarkeit zugeschrieben zu haben, ist das große Verdienst *Pfeffers*. Für die Mechanik der pflanzlichen Reizbewegungen war damit eine erste Basis geschaffen. *Pfeffer* selbst blieb es vorbehalten, diese Basis zu erweitern, indem er verschiedene andere Reizbewegungen in den Kreis seiner Untersuchungen zog. Im 2. Teil der „Physiologischen Untersuchungen“ wird der Mechanismus des Öffnens und Schließens der Blüten behandelt. Hier wird zum ersten Male nachgewiesen, daß die Reizkrümmungen von Blättern auf Wachstumserscheinungen beruhen können. Die periodischen Öffnungs- und Schließbewegungen der Blüten kommen nämlich, wie von *Pfeffer* durch mikrometrische Messungen festgestellt wurde, durch Wachstumsbeschleunigung der Innen- bzw. Außenseite der Blütenblätter zustande. Dasselbe wird in einer 2 Jahre später erschienenen Abhandlung für die periodischen Schlafbewegungen<sup>1)</sup> verschiedener Laubblätter dargetan, und zugleich wird hier zum ersten Male der scharfe Unterschied betont, der zwischen dem Mechanismus dieser (durch Wachstumsänderung zustande kommenden) Nutationsbewegungen und dem der Variationsbewegungen besteht. Unter letzteren sind solche zu verstehen, die ohne Wachstum, allein durch Turgorschwankungen erzielt werden. Die mit Gelenken versehenen Pflanzen (zu denen, wie wir sahen, die Sinnpflanze, aber auch viele andere, nicht auf mechanische Reize reagierende Pflanzen gehören) führen ihre periodischen Bewegungen in dieser Weise aus. Auch hier hat *Pfeffer* die Veränderungen, die im Gelenk vor sich gehen, näher erforscht und gefunden, daß die Senkung und Hebung der Blätter auf gleichsinniger, aber nicht gleich schnell verlaufender Erhöhung und Verminderung des Turgors der Gelenkoberseite und -unterseite beruht. Damit war der schon von *Brücke* erkannte Unterschied zwischen dem Zustandekommen der auf Stoßreize erfolgenden Bewegung der Mimose und den periodischen Bewegungen erklärt. Ein solcher Unterschied bleibt auch bestehen, wenn, wie *Pfeffer* auf Grund seiner neuen Untersuchungen<sup>2)</sup> annimmt, die Bewegungen aus ungleichsinnigen Änderungen des Turgors der Ober- und Unterseite resultieren.

Diese ersten zellmechanischen Studien *Pfeffers* enthalten gewissermaßen im Stadium des Keimes

<sup>1)</sup> Unter Schlafbewegungen oder nyktinastischen Bewegungen versteht man die weitverbreitete Erscheinung, daß die Blätter während der Nacht eine andere (schrägere) Lage zum Horizont einnehmen (Nachtstellung) als während des Tags (Tagstellung).

<sup>2)</sup> Untersuchungen über die Entstehung der Schlafbewegungen der Blattoorgane, Leipzig 1907 und: Der Einfluß von mechanischer Hemmung und von Belastung auf die Schlafbewegungen. Leipzig 1911.

viele Probleme, die erst durch die „Osmotischen Untersuchungen“ (1877) gelöst worden sind. Durch die Konstatierung der fundamental wichtigen Tatsache, daß es die Plasmahaut ist, die beim Zustandekommen des osmotischen Drucks die maßgebende Rolle spielt, wurde das Wesen des Turgors erst im eigentlichen Sinne aufgeklärt. Kräfte von bisher ungeahnter Größe wurden im Organismus als wirksam erkannt. Daß dadurch die Erklärung des Mechanismus jener Reaktionsvorgänge, die sich auf Turgorschwankungen zurückführen lassen, eine wesentliche Vertiefung erfuhr, braucht nicht betont zu werden. Auf das in dieser Richtung am besten untersuchte Objekt, die Staubfäden der Cynareen, kommt *Pfeffer* auch in einer späteren, die „Osmotischen Untersuchungen“ ergänzenden Arbeit<sup>1)</sup> zurück. Hier werden die verschiedenen Möglichkeiten, die die plötzliche Turgorsenkung nach der Reizung erklären könnten, eingehend erwogen, mit dem Ergebnis, daß die Annahme einer auf Verminderung des osmotischen Drucks zielenden Veränderung der osmotischen Substanz in der Zelle die weitaus wahrscheinlichste ist.

Das ganz besondere Interesse, das *Pfeffer* den Problemen der Zellmechanik und Energetik entgegengebracht hat, spricht sich noch in einer Reihe anderer Publikationen aus. Erwähnt seien nur die „Studien zur Energetik der Pflanze“ (1892) und „Druck- und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen“ (1893), beides Abhandlungen, in denen auch reizphysiologische Fragen mehrfach diskutiert werden. Es würde zu weit führen, hier darauf näher einzugehen, wir müssen vielmehr noch einen Blick auf die anderen reizphysiologischen Studien *Pfeffers* werfen.

Alles, was wir bisher behandelt haben, betrifft die *Reizreaktion*. Damit sind naturgemäß die Reizvorgänge bei weitem nicht erschöpft. Nachdem die Vorfrage erledigt ist, wie ein Reiz angreifen muß, um überhaupt eine Wirkung hervorzubringen, ist zu untersuchen, wie und wo er von der Pflanze aufgenommen (perzipiert) wird, was sich über die Art der Erregung, die er in der Pflanze hervorruft, aussagen läßt, ob er nur lokal wirken kann oder fortgeleitet wird, und schließlich, in welcher Weise die Pflanze auf den Reiz antwortet (reagiert). Auf diese logisch notwendige Zergliederung des Reizvorgangs in eine Kette von Teilprozessen hat *Pfeffer* nicht nur mit aller Schärfe hingewiesen, er hat auch zur Analyse derselben außerordentlich wichtige Beiträge geliefert.

Daß es oft keineswegs leicht ist, die Natur eines Reizes genau zu präzisieren, auch wenn kein Zweifel darüber besteht, daß die an der Pflanze beobachteten Reaktionen tatsächlich Reizreaktionen sind, dafür gibt es viele Beispiele. Worin besteht z. B. der Stoßreiz und worin unterscheidet er sich von dem anderen, ebenfalls mechanischen Reiz, der Kontaktreiz genannt wird und die Krümmung der

<sup>1)</sup> Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vakuolen. Leipzig 1890.



Ranken veranlaßt? Durch Stöße kann man auch bei Ranken Einkrümmungen erzielen, während *Mimosa* auf die leichte Berührung mit einem festen Körper, die die Ranke zur Krümmung bringt, nicht reagiert. 1885 hat nun *Pfeffer* nachgewiesen, daß die Reizung einer Ranke durch einen einfachen statischen Druck, den man z. B. durch Anlegen eines mit Gelatine überzogenen Glasstabes leicht ausüben kann, unmöglich ist, daß zur Erzielung der Reaktion vielmehr stets die Berührung bzw. eine Stoßwirkung auf mindestens zwei distinkte Punkte der Rankenoberfläche nötig ist. In der Natur sind diese Bedingungen immer verwirklicht, da die Stützen der Ranken genügend rauh sind, um diskontinuierliche Druckwirkung hervorzurufen. Das trifft aber nicht für den Gelatinestab zu. Demgegenüber reagiert *Mimosa* auf jede Art von Erschütterung und Stoß, also auch auf den *einfachen* Stoß; ein weiterer Unterschied besteht darin, daß im letzteren Falle die Reizbewegungen sofort in ihrer vollen Amplitude ausgeführt werden, während es fortgesetzter Reizung bedarf, um eine Ranke zum völligen Umschlingen der Stütze zu bewegen.

Recht verwickelt sind auch die Reize, die die Schlafbewegungen der Laubblätter und das Öffnen und Schließen vieler Blüten veranlassen. Es ist ein altes Problem, dessen Lösung mit wirklich exakten Mitteln erst von *Pfeffer* in Angriff genommen worden ist: Sind die Schlafbewegungen erblich überkommene, autonome Bewegungen oder werden sie ausschließlich durch äußere Einflüsse hervorgerufen, oder wirkt bei ihrem Zustandekommen beides zusammen? In seinen ersten Untersuchungen<sup>1)</sup> hat *Pfeffer* den Nachweis erbracht, daß die Veränderung äußerer Bedingungen (Lichtwechsel und Temperaturwechsel) einen sehr starken Einfluß ausübt. Eine Temperaturerhöhung von 0,5° genügt unter Umständen, um in einer geschlossenen Krokusblüte die Öffnungsbewegung zu induzieren. — Indem man den täglichen Beleuchtungswechsel umkehrt, die Pflanzen also tagsüber verdunkelt und nachts beleuchtet, kann man die Phasen der Schlafbewegungen der Laubblätter um 12 Stunden verschieben, und es ist, wie *Pfeffer* 1907 gezeigt hat, auch möglich, den Laubblättern eine andere Periodizität aufzuzwingen, indem man Belichtung und Verdunkelung nicht 12-stündig, sondern in einem anderen Rhythmus wechseln läßt. Sorgt man für konstante Lichtverhältnisse (dauernde Beleuchtung oder Verdunkelung), so führen die Blätter zwar noch einige periodische Schwingungen (Nachwirkungen) aus, deren Amplitude wird aber schwächer und schließlich hören sie auf. Erneuter Beleuchtungswechsel ruft die rhythmische Tätigkeit sogleich wieder hervor. Was lag daher näher, als der Schluß, daß die Schlafbewegungen paratonische (durch äußere Einflüsse induzierte) Bewegungen sind? Berücksichtigen wir noch die Nachwirkungen, die natürlich nicht nur bei kon-

stanten Beleuchtungsbedingungen, sondern auch während des periodischen Lichtwechsels vorhanden sind, so würden sich die Schlafbewegungen als akkumulatorische Effekte auffassen lassen, an denen die durch die Außeneinflüsse direkt induzierten Wirkungen und (in schwächerem Grade) die Nachschwingungen beteiligt sind. Diese 1875 von *Pfeffer* zuerst begründete, 1907<sup>1)</sup> durch reiches experimentelles Material belegte und inzwischen auch von anderen Forschern bestätigte Auffassung vom Wesen der Schlafbewegungen konnte bis vor kurzem als einer der bestbegründeten Sätze der Reizphysiologie gelten. Dennoch hat sich gezeigt — und darin zeigt sich die Komplikation der Erscheinung —, daß sie den Tatsachen nicht voll gerecht wird. *Pfeffer* selbst hat nämlich 1912<sup>2)</sup> die wichtige Beobachtung gemacht, daß Bohnenblätter, deren Gelenk verdunkelt ist, bei Dauerbeleuchtung ihre Schlafbewegungen *nicht* ausklingen lassen, sondern sich im normalen Rhythmus weiterbewegen. So scheint es wenigstens für diese Pflanze erwiesen, daß eine autonome, im Tagesrhythmus verlaufende Bewegungstätigkeit der Blätter vorhanden ist, die allerdings durch den Einfluß äußerer Bedingungen leicht unterdrückt oder wenigstens der Beobachtung entzogen wird.

Der Rahmen dieser knappen Skizze erlaubt es nicht, eine einigermaßen vollständige Darstellung der Ergebnisse von *Pfeffers* reizphysiologischen Untersuchungen zu geben. Wir erwähnen daher nur kurz die wichtigen Untersuchungen über die Reizleitung bei *Mimosa*<sup>3)</sup>, in denen u. a. die Tatsache mitgeteilt wird, daß ein Reiz sich über Gewebepartien fortpflanzen kann, deren Lebenstätigkeit durch Narkose aufgehoben ist, die Beobachtungen über den Rückgang gereizter *Mimosa*-blätter und *Cynarce*-Staubfäden in die ursprüngliche Stellung (Gegenreaktion), die für die gesamte Auffassung der Reizvorgänge von großer Bedeutung geworden sind, ferner die interessanten Studien über den Einfluß des Lichts auf die Gestaltung des *Marchantia*-thallus<sup>4)</sup> — und gedenken zum Schluß noch der grundlegenden Arbeiten über die Chemotaxis<sup>5)</sup>. Sehen wir von der durch *Engelmann* zuerst bekannt gewordenen Ärotaxis ab, so ist die Erscheinung der Chemotaxis (Anlockung frei beweglicher Organismen durch chemische Reize) zuerst etwa gleichzeitig und unabhängig von *Pfeffer* und *Stahl* entdeckt worden. Es ist heute allgemein bekannt, daß die Wanderung der Samenfäden der Moose und Farne in den weiblichen Geschlechtsapparat (Archegonium) auf einer solchen Anlockung be-

<sup>1)</sup> Untersuchungen über die Entstehung der Schlafbewegungen der Blattorgane. Leipzig 1907.

<sup>2)</sup> Der Einfluß von mechanischer Hemmung und von Belastung auf die Schlafbewegungen. Leipzig 1911.

<sup>3)</sup> Über die Fortpflanzung des Reizes bei *Mimosa pudica*. Jahrb. f. wiss. Botanik IX, 1873.

<sup>4)</sup> Symmetrie und spezifische Wachstumsursachen. Arb. d. bot. Inst. Würzburg I, 1871.

<sup>5)</sup> Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize und: über chemotaktische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten u. Volvocineen. Untersuchungen a. d. bot. Inst. Tübingen 1884 u. 1888.

<sup>1)</sup> Die periodischen Bewegungen der Blattorgane. 1875.

ruht, und zwar ist der Reizstoff im ersteren Falle Rohrzucker, im letzteren Apfelsäure. Dies ist das erste, auch in ökologischer Hinsicht bedeutungsvolle Ergebnis der Pfefferschen Untersuchungen. Die quantitative Prüfung ergab eine äußerst hohe Empfindlichkeit dieser Spermatozoiden: noch durch eine 0,001-prozentige Lösung von Apfelsäure bzw. Zucker werden sie angelockt (untere Reizschwelle). Höhere Konzentration bewirkt stärkere Ansammlung, doch gilt das nur innerhalb gewisser Grenzen, da sehr konzentrierte Lösungen die Samenfüden abstoßen. Liegt hier zweifellos eine Wirkung der Konzentration als solche (des osmotischen Druckes) vor, so wurden auch Fälle nachgewiesen, in denen ein Stoff rein vermöge seiner chemischen Eigenschaften Repulsion bedingt. Von weittragendster Bedeutung war der Nachweis der Gültigkeit des *Weberschen Gesetzes* für die chemotaktischen Reizerscheinungen, ein Nachweis, durch den z. B. für die Frage der prinzipiellen Identität tierischer und pflanzlicher Reizvorgänge ganz neue Perspektiven eröffnet wurden. Es zeigte sich nämlich, daß bei den Samenfüden eine relative Unterschiedschwelle ebenso konstatierbar ist, wie z. B. bei der Druck- oder Lichtempfindung der Menschen. Bringt man Farnspermatozoiden in eine Lösung von 0,001 % Apfelsäure, so sind 0,03 % zur Anlockung nötig, bei 0,01 Prozent 0,3 % usw., die Unterschiedschwelle ist also 30. Für niedere Organismen, die *Pfeffer* in großer Zahl auf ihre chemotaktische Reizbarkeit untersucht hat (Bakterien, Flagellaten, Volvocineen), ergab sich dieselbe Gesetzmäßigkeit; die Werte der Unterschiedschwelle fielen verschieden aus, die Abstumpfung der Empfindlichkeit, die ein Reizmittel bedingt, wenn es den Organismus allseitig umgibt, ist also verschieden groß.

Soviel über *Pfeffers* speziellere Untersuchungen. Eine große Anzahl von Arbeiten könnten wir hier noch nennen, die zwar nicht von *Pfeffers* Hand, aber von *Pfeffers* Geist geleitet worden sind: es sind die in den botanischen Instituten zu Tübingen und Leipzig entstandenen Schülerarbeiten, von denen nicht wenige zur weiteren Förderung reizphysiologischer Probleme beigetragen haben. Wir müssen uns hier mit diesem allgemeinen Hinweis begnügen.

Eine von allgemeinsten Gesichtspunkten, mit bewunderungswürdigem Scharfblick gearbeitete zusammenfassende Darstellung der Reizphysiologie hat *Pfeffer* in seiner Pflanzenphysiologie<sup>1)</sup> gegeben, einem Buche, das noch für Jahrzehnte der physiologischen Forschung als Grundlage dienen wird. Die aus energetischen Überlegungen gewonnene Charakterisierung der Reizvorgänge als *Auslösungsvorgänge* ist bereits in der ersten Auflage

des Werkes konsequent durchgeführt. Dort ist auch schon auf die Notwendigkeit einer Auflösung des Reizprozesses in einer Reihe miteinander verketteter Teilvorgänge mit aller Schärfe hingewiesen und betont, daß diese nicht nur zeitlich, sondern auch lokal getrennt sein können. Obwohl über Reizleitung damals noch wenige Beobachtungen auf botanischem Gebiete vorlagen, so hat doch *Pfeffer* deren allgemeine Verbreitung in der Pflanze schon voll erkannt und ihre Annahme mit Recht auch für solche Fälle postuliert, wo eine strenge räumliche Trennung von Perzeptions- und Reaktionszone nicht vorhanden ist. Desgleichen finden wir eine prinzipielle Unterscheidung schon durchgeführt, die erst in der modernen Physiologie die gebührende Beachtung gefunden hat: die Einteilung der Reizvorgänge in solche, bei denen das höchstmögliche Ausmaß der Reaktion nach jeder wirksamen Reizung, also auch nach derjenigen, die die untere Reizschwelle gerade überschreitet, erzielt wird (wie das bei *Mimosa* der Fall ist), und solche, bei denen mit der Reizgröße sich auch die Reaktionsgröße ändert (z. B. *Heliotropismus*). Die Tierphysiologie hat für den ersten Fall die Bezeichnung „Alles- oder Nichts-Typus“ geprägt. Daß beide Fälle mit der Auffassung der Reizvorgänge als Auslösungsprozesse in vollem Einklang stehen, beweisen die zahlreichen, von *Pfeffer* eingehend erörterten Beispiele, aus denen hervorgeht, daß eine einfache Übertragung der Energie des Reizmittels auf die Pflanze nicht vorliegt, sondern jede beliebige Disproportionalität zwischen der Energie des Reizes und der der Reizwirkung bestehen kann.

Alles dies hatte *Pfeffer* schon 1881, ja zum großen Teil bereits in den 1877 erschienenen „Osmotischen Untersuchungen“ klargelegt. Wenn wir uns bei einem Vergleich der theoretischen Betrachtungen, die in dem erwähnten Vortrag (1893) und in der zweiten Auflage des Handbuchs niedergelegt sind, mit denen der ersten Auflage auch dem Eindruck nicht verschließen können, daß die Auffassung eine bedeutende Vertiefung und mannigfache Ergänzungen erfahren hat, so bedeutet das doch nur, daß die geschaffenen Grundlagen sich für die wissenschaftliche Forschung bewährt und keiner wesentlichen Änderung bedurft haben. Von einigen dieser Erweiterungen sei hier noch kurz die Rede.

Die Erwägung, daß verschiedene Reize, die in einer Pflanze die gleiche Reaktion hervorrufen (wie z. B. Licht und Schwerkraft, die einen Stengel zu einer bestimmt gerichteten Krümmung veranlassen), durchaus nicht in gleicher Weise perzipiert werden müssen, ließ die Frage entstehen, ob es möglich ist, eine qualitative Verschiedenheit der der Reaktion vorausgehenden (sensorischen) Phasen nachzuweisen. *Pfeffer* hat nicht nur einwandfrei gezeigt, daß das geht, auch ohne daß wir in das Wesen des Perzeptionsakts nähere Einsicht haben; er hat auch drei verschiedene Methoden angegeben,

<sup>1)</sup> Pflanzenphysiologie. Ein Handbuch des Stoffwechsels und Kraftwechsels in der Pflanze. 1. Aufl. Leipzig 1881, 2. Aufl. 1897—1904. Zu erwähnen ist hier auch der Vortrag über die Reizbarkeit der Pflanzen, den *Pfeffer* auf der Tagung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte 1893 gehalten hat.

die zu diesem Ziele führen. Die Wichtigkeit und allgemeine Bedeutung der selbstregulatorischen Vorgänge im Organismus und der zahlreichen korrelativen Beziehungen, die bei jedem Reizakt mitspielen, ist erst in der zweiten Auflage des Handbuchs in allen ihren Konsequenzen durchgeführt. Nicht nur bei den transitorischen oder rückregulierenden Reizvorgängen, für welche *Pfeffer* schon 1873 in der Mimose und den Staubfäden der Cynareen typische Beispiele entdeckt hatte, nicht nur bei solchen Bewegungen also, die trotz Fortdauer des Reizes wieder rückgängig gemacht werden, sondern auch bei den sogenannten stationären Prozessen, wie z. B. der geotropischen Krümmung, die bei Fortdauer des geotropischen Reizes anhält, machen sich im Organismus Gegenwirkungen (Gegenreaktionen) geltend, die auf Wiederherstellung der vor der Reizung bestehenden Gleichgewichtslage hinzielen. Sie werden im letzteren Falle durch den fortdauernden Reiz überwunden, machen sich aber sofort geltend, wenn der Reiz aufhört zu wirken, oder statt einseitig, allseitig angreift. Dann gleicht sich die geotropische Krümmung wieder aus, eine Erscheinung, die von *Pfeffer* Autotropismus genannt worden ist.

Wenn wir zum Schluß noch der Förderung gedenken, die die Lehre von den Veränderungen der Reizbarkeit unter verschiedenen Außen- und Innenbedingungen (Umstimmung) durch *Pfeffer* erfahren hat und betonen, daß die Erkenntnis der prinzipiellen Gleichheit der tierischen und pflanzlichen Reizerscheinungen der Hauptsache nach *Pfeffers* Verdienst ist, so ist zwar der Gedankenreichtum der *Pefferschen* Arbeiten bei weitem nicht erschöpfend charakterisiert, wohl aber ist der Zweck dieser Zeilen vielleicht insofern erfüllt, als schon das wenige, was sie bringen konnten, die eingangs erwähnte große Bedeutung *Pfeffers* für die Entwicklung der Reizphysiologie erkennen läßt.

## Die Bedeutung Wilhelm Pfeffers für die pflanzenphysiologische Technik und Methodik.

Von Prof. Dr. L. Jost, Straßburg i. E.

Eine einzelne Entdeckung kann dem glücklichen Zufall entspringen. Wenn aber eine Kette glänzender wissenschaftlicher Taten sich durch das ganze Leben eines Forschers zieht, so muß dieser nicht nur ein ungewöhnliches Forscherengineering, sondern auch eine besondere Methodik besitzen. Demnach ist es von großem Interesse, zu untersuchen, welches die Methoden sind, deren *Wilhelm Pfeffer* sich bedient hat.

Wenn wir von „Methode“ in der Wissenschaft sprechen, so denken wir dabei an ein auf Überlegung beruhendes Verfahren, um zu wissenschaftlichen Resultaten zu gelangen. Im einzelnen sind solche Methoden sehr verschieden, und von dem einen Extrem, etwa dem einfachen

„Handgriff“, bis zum anderen, der kompliziertesten Verstandesoperation, gibt es keine scharfe Grenze; denn auch der Handgriff ist nur dann Methode, wenn er mit Verstand ausgeführt wird. Trotzdem wird man es verstehen, wenn wir im folgenden eine Grenze zwischen diesen Extremen ziehen, und von *Technik* reden, sofern es sich um experimentelle Methoden handelt, also um einfachere oder kompliziertere Handgriffe, dagegen von *Methodik*, sofern der Nachdruck auf der geistigen Verarbeitung von Versuchsergebnissen liegt.

Fast in jeder größeren Arbeit *Pfeffers* findet sich nun eine bestimmte Technik. So ist die Untersuchung über die Proteinkörner aus dem Jahre 1872 durch die weitgehendste Verwendung der Mikrochemie ausgezeichnet. In mehreren kleineren Aufsätzen kehrt die gleiche Technik wieder, in größeren tritt sie neben anderen Techniken auf. Wenn auch in den meisten Fällen diese Mikrochemie sich durchaus an das anlehnt, was andere auf diesem Gebiete geschaffen haben, so nimmt sie doch in zwei Arbeiten *Pfeffers* eine durchaus neue Form an, so daß man zunächst auf den ersten Blick gar nicht von Mikrochemie reden zu dürfen glaubt. Die eine ist die Arbeit über Chemotaxis. Die Aufgabe war hier, einen in minimaler Menge vorhandenen, gelösten Stoff, auf den die Spermatozoiden der Farne oder andere bewegliche Organismen hineilen, *chemisch* zu charakterisieren. Durch die gewöhnliche Mikrochemie, durch Erzeugung von Niederschlägen, Färbungen oder durch Lösung war hier nichts zu erzielen. So wurde ein ganz neuer mikrochemischer Weg eingeschlagen: der Organismus selbst diente als *Reagens*, und es wurde systematisch durchprobiert, auf welche Stoffe er zueilt. Dabei wurden die verschiedenen Stoffe in wechselnden Konzentrationen in einseitig geschlossenen Glaskapillaren eingefüllt und dem Organismus dargeboten. War auch die erste so ausgeführte Analyse qualitativ nicht ganz vollständig, so war doch das Prinzip richtig und es ist ja bekannt, wie außerordentlich oft die Kapillarenmethode späterhin verwendet wurde. Außerdem aber hat diese Kapillarenmethode vor anderer Mikrochemie noch das voraus, daß sie in gewissem Sinne quantitativ ist, daß sie zu *schätzen* gestattet, in welcher Konzentration die chemotaktisch wirksamen Stoffe z. B. aus den Archegonien der Farne austreten. — Die zweite hier zu nennende Arbeit *Pfeffers* beschäftigt sich mit der Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen. Freilich sind hier die Farbstoffe in erster Linie Reagentien auf die Permeabilität bzw. Impermeabilität der Protoplasmas; dennoch kann man auch hier von „Mikrochemie“ reden, denn nur sofern bestimmte, die Farbstoffe speichernde Stoffe im Zellinnern vorhanden sind, kann es zu einer sichtbaren Färbung kommen. So schließt sich das Studium dieser speichernden Stoffe unmittelbar an das der Plasmahaut an, und um sie zu charakterisieren, werden neben den Anilinfarben auch

viele andere Stoffe verwendet, die eine Reaktion mit ihnen geben. Während gewöhnlich die Mikrochemie, wie überhaupt die Chemie, durch ihre Eingriffe das Leben vernichtet, ist bei diesen Studien, wie auch später bei der Einführung von Wasserstoffsuperoxyd in die Zelle, gerade die *Erhaltung des lebenden Zustandes* die Hauptsache. Dadurch ist aber eine Methode gewonnen, die für das Studium des Organismus die allergrößte Bedeutung besitzt.

Denselben Nachdruck, den wir so auf verschiedenen Gebieten auf die Mikrochemie gelegt finden, sehen wir in einer Reihe anderer Arbeiten der *mikroskopischen Messung* verliehen. Solche werden zuerst 1873 und 1875 beim Studium der seismo- und nyktinastischen Bewegungen verwendet. Stets wird die Distanz zwischen zwei künstlich angebrachten Marken mit Hilfe des Okularschraubenmikrometers und anfangs mit dem gewöhnlichen, später mit dem Horizontalmikroskop gemessen. Meistens werden so lineare Dimensionen ermittelt, manchmal aber auch, wie beim Gelenk der Mimose, Volumina berechnet. — Bei diesen Untersuchungen, vor allem bei den seimonastischen Bewegungen, war auch die Frage nach den *Druckleistungen* der Pflanze aufgetaucht, und sie fand schon hier, sowie später beim Studium der nyktinastischen Bewegungen und bei den osmotischen Untersuchungen Berücksichtigung, um dann erst 1893 eingehend ergründet zu werden. Durch *Eingipsung* der Pflanze wird die nötige Widerlage geschaffen und mit verschiedenen Arten von *Dynamometern* wird der Außendruck gemessen. Die Eingipsungstechnik aber fand dann später auch auf ganz anderen Gebieten wichtige Anwendung.

Erwähnt sei jetzt nur noch die Arbeit über Kontaktreize, in der die *Gelatine* dazu dient, Kontaktreizbarkeit von der Stoßreizbarkeit zu unterscheiden, und die beiden neuesten Arbeiten über nyktinastische Bewegungen, in denen die *Selbstregistrierung* von Bewegungen in ausgedehntestem Maße verwendet wird.

Diese Beispiele mögen das eingangs Gesagte illustrieren, daß in fast jeder größeren Arbeit *Pfeffers* sich eine besondere Technik findet. Über einen Punkt haben aber unsere Ausführungen noch keinen Aufschluß gegeben, nämlich inwieweit diese Techniken *neu* sind. *Wirklich neu* ist, wie uns scheint, nur die Verwendung der Gelatine bei den Kontaktreizen und die der Kapillaren bei der Chemotaxis. *Pfeffer* hat nicht etwa mikrochemische Studien in die Physiologie eingeführt; die Chemotaxis war auch schon vor ihm bekannt, die Aufnahme von Anilinfarben wenigstens für tierische Zellen erwiesen, mikrometrische Messungen gab es längst, und die Registrierung ist in der Tierphysiologie, das Eingipsen in der Chirurgie seit lange üblich. Somit ist es im allgemeinen nicht eine prinzipiell neue Technik, die uns bei *Pfeffer* entgegentritt, wie ja überhaupt die Physiologie bei ihrer Abhängigkeit von Physik und

Chemie häufig nichts anderes tun kann, als deren Methoden auf das Organische zu übertragen. *Pfeffers* Verdienst liegt darin, daß er zum *erstenmal* viele dieser Techniken auf das Gebiet der Pflanzenphysiologie übertragen hat, zu einer Zeit, wo andere die Bedeutung einer solchen Übertragung nicht erkannten. Neu ist aber auch die *Ausführung* der betr. Technik. Wir meinen nicht nur die persönliche Geschicklichkeit des Experimentators, sondern auch die Gründlichkeit und Vollkommenheit der Ausarbeitung der Technik. Sie ist meist so groß, daß vielfach später bis zum heutigen Tag keine weitere Verbesserung möglich war, auch dann, wenn die Technik noch recht häufig benutzt worden ist. Außerdem macht sich überall die Tendenz geltend, wenn irgend möglich die Erscheinungen *quantitativ* zu erfassen. Und die quantitative Forschung kann ja vor manchen Fehlern schützen, die bei nur qualitativem Arbeiten unvermeidlich sind. — Am deutlichsten sieht man auf dem Gebiete der Mikrochemie, worin der Unterschied zwischen der Technik *Pfeffers* und der seiner Vorgänger besteht. Mikrotechnik ist seit langer Zeit verwandt worden. Wir erinnern an die Reaktionen auf Stärke und auf Cellulose. Auf physiologischem Gebiete ist sie z. B. von *Sachs* bei seinen Keimungsarbeiten ausgiebig verwertet worden. Bei den Untersuchungen *Pfeffers* über Aleuronkörner aber werden mikrochemische Methoden in einem Umfang und mit einer Präzision verwendet, wie sie vorher niemals erreicht worden waren. So konnte *Tunmann*, ein Spezialist auf dem Gebiete der Mikrochemie, vor kurzem mit Recht sagen: „Die erste hervorragende Leistung auf dem Gebiete der Pflanzenmikrochemie war die Untersuchung der Aleuronkörner von *Pfeffer*.“

Diese überlegene Technik kann nicht hoch genug gewertet werden; und dennoch liegt in ihr nur der kleinere Teil der Erfolge begründet, die *W. Pfeffer* errungen hat. In der Tat wäre das Bild, das wir von seiner Bedeutung entwerfen wollen, überaus einseitig, wenn wir nur seine experimentelle Geschicklichkeit hervorheben wollten. Sie wird noch weit überragt durch seine *Methodik*, durch die Art, wie er das Material geistig verarbeitet, das die Versuche ergeben haben. In den Spezialarbeiten sein *eigenes* Material, im „Handbuch“ das *Gesamtmaterial* der Pflanzenphysiologie.

Diese seine Methode ist die *kritische*. Durch sie vor allem unterscheidet sich *Pfeffer* von *Julius Sachs*, dessen Verdienste um die Pflanzenphysiologie ganz gewiß nicht zu gering angeschlagen werden dürfen. *Sachs* erschaute wie ein Künstler mit lebhafter Phantasie die Probleme; er bildete sich eine Vorstellung und suchte diese, nicht selten mit Gewalt, als die einzig mögliche hinzustellen. Ganz anders *Pfeffer*. Er wägt auf das sorgfältigste ab, welche Schlüsse ein Versuch erlaubt und welche nicht. Unerbittlich ist er im

Abweisen zu weitgehender Schlüsse, unerbittlich aber auch im Ausdehnen der Schlüsse auf die entferntesten Gebiete. So wachsen oft unscheinbare Beobachtungen zu Tatsachen von fundamentaler Wichtigkeit aus.

Diese *kritische* Physiologie ist die *moderne* Physiologie, als deren *Begründer* darum niemand anders als *Wilhelm Pfeffer* genannt werden kann. Aber diese moderne Physiologie hat sich nicht überall Freunde erworben. Wer dieser Wissenschaft etwas ferner steht und nur ihre Resultate möglichst abgerundet und einfach vernehmen möchte, der ist von dem Ergebnis: „es kann so sein, es kann aber auch *anders* sein“ nicht besonders befriedigt. Wer dagegen selbst physiologisch arbeitet oder andere zu solcher Arbeit anleitet, der ist immer wieder von neuem erstaunt, wie jede Möglichkeit der Deutung einer Tatsache, die im Laufe einer Arbeit auftaucht, stets bei *Pfeffer* schon in Betracht gezogen ist und dementsprechend irgendwo im Handbuch mitgeteilt wird — oft nur ganz nebenbei —, so daß man sie leicht übersieht. Wie kein anderer hat *Pfeffer* das Riesengebiet durchdacht.

Wenn *Pfeffer* weiter nichts geleistet hätte als die Aufdeckung der falschen oder einseitigen Schlüsse älterer Autoren, so wäre das gewiß ein großes Verdienst. Aber seine Kritik ist nicht bei Negativem stehen geblieben, sie hat auch zu positiven Auffassungen, und zwar solchen von allgemeinsten Bedeutung geführt. Überall hat er gezeigt, wie verwickelt das Getriebe im Organismus ist. Jedesmal, wenn wir glaubten, das Leben aus *einfachen* physikalischen und chemischen Gesetzen verstehen zu können, sind wir auf einem Irrweg gewesen. Das Protoplasma, der Träger des Lebens, ist vergleichbar einer enorm komplizierten Fabrik, in der tausend und abertausend Maschinen laufen, alle betrieben mit von außen eingeführter Energie; aber jede einzelne liefert ein Produkt besonderer Art. Dieses Produkt ist aber nicht immer dasselbe, weder qualitativ, noch quantitativ. Schon eine gewisse Überproduktion kann automatisch die Tätigkeit einer Maschine einschränken oder aufheben. Aber auch durch die Tätigkeit der Nachbarmaschinen wird sie beeinflusst, kann z. B. durch Stilllegung einer solchen zu einer qualitativen Änderung ihrer Tätigkeit veranlaßt werden. Die Begriffe der *Reizbarkeit*, der *Regulation* und der *Korrelation* sind aus dem *Pefferschen* Kritizismus herausgewachsen und haben uns jedenfalls eine erheblich tiefere Einsicht in das Wesen der lebenden Substanz verschafft als der Vitalismus oder grober „Physikalismus“.

Niemand hätte vielleicht mehr Grund gehabt, in den Irrtum zu verfallen, die Zelle als einen *einfachen* physikalischen Apparat aufzufassen, als gerade *Pfeffer*; hat er doch 1877 in glänzender Weise gezeigt, wie man ein osmotisches Modell der Zelle herstellen kann. Aber schon damals wußte er mit voller Schärfe auf die Unterschiede

zwischen einer solchen osmotischen und einer lebenden Zelle hinzuweisen. Schon damals betonte er die Veränderlichkeit der Plasmahaut *durch das Leben*. Und von 1877 bis 1895, wo er den bekannten Vortrag auf der Naturforscherversammlung hielt, hat er die Lehre von der Reizbarkeit immer klarer ausgebaut. Sie beherrscht heute fast die ganze Physiologie. Nur auf dem Gebiete des Formwechsels scheint es auch heute noch erlaubt zu sein, unkritisch auf Grund äußerlicher Ähnlichkeit zwischen organischen und unorganischen Gestalten auf die gleichen Bildungsbedingungen zu schließen.

*Pfeffers* Arbeit ist keine einsame gewesen. Schon nach Tübingen, noch mehr dann nach Leipzig kamen Schüler von nah und fern, um bei ihm Technik und Methodik zu lernen. Aber es wäre unrecht, nur diejenigen als seine Schüler zu bezeichnen, denen es vergönnt war, in persönlichem Verkehr bei ihm zu lernen. Jeder, der sich mit Physiologie beschäftigt, mußte sein Schüler werden; ein Pflanzenphysiologe, der nichts von *Pfeffer* gelernt hätte, ist nicht denkbar.

## Übersicht über die Pfeffer-Festschrift<sup>1)</sup>.

### Fitting, Hans, Untersuchungen über die Aufnahme von Salzen in die lebende Zelle.

Die Frage, ob und wie weit Lösungen von Salzen, für die das Plasma permeabel ist, die Durchlässigkeit für die gleichen Salze beeinflussen, ist noch keineswegs gelöst. Die Methoden, mit denen man (*Nathansohn*, *Mcurer*, *Fröndle*, *Lepeschkin*, *Lundegardh*, *Osterhout*) dieses für die Salzaufnahme so wichtige Problem auf pflanzenphysiologischem Gebiete bisher zu lösen versuchte, vermögen einer eingehenden Kritik nicht standzuhalten. Es gelang dem Verf. durch wesentliche Vervollkommen der *plasmolytischen Methode*, vornehmlich an den Blättern von *Rhoeo discolor*, jetzt den lange gesuchten exakten Beweis für die Richtigkeit der wohl zuerst von *Pfeffer* ausgesprochenen Vermutung zu erbringen, daß tatsächlich die Plasmahäute unter der Einwirkung der permeablen Salze (wie Kaliumchlorid, -chlorat, -sulfat, -bromid; Natriumnitrat, -chlorid; Lithiumchlorid, -nitrat) ihre Durchlässigkeit für die gleichen Salze schon nach kurzer Dauer der Einwirkung verändern, und zwar schließlich bis auf Null vermindern. Diese Verminderung ließ sich quantitativ recht genau samt ihrem Zeitfaktor verfolgen. Zugleich zeigte sich, daß die Permeabilität für die Salze jahreszeitlich recht verschieden ist. Auch die Durchlässigkeit des Plasmas für Wasser, die übrigens ebenfalls von vornherein verschieden groß sein kann, scheint durch die Salze verringert zu werden.

Die Versuche des Verf. klären die seltsame Tatsache auf, daß die Plasmolyse in Salzlösungen so oft nicht zurückgeht, die die Zelle aufnehmen muß, und sie zeigen, daß eine Salzspeicherung nicht bis zum

<sup>1)</sup> Erscheint binnen kurzem als 56. Band der *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*. Berlin, Gebr. Borntraeger. Der Band wird etwa 50 Bogen umfassen und eine größere Anzahl Tafeln und viele Textabbildungen enthalten.



Gleichgewichtszustand mit der Außenlösung fortzuschreiten braucht. Der Lipoidtheorie der Stoffaufnahme sind sie nicht günstig. (Fitting.)

**Mottier, David M., Beobachtungen über einige Farnprothallien mit Bezug auf eingebettete Antheridien und Apogamie.**

Mottier beschreibt nach einer kurzen Schilderung seines Materials und seiner Methoden zuerst seine Beobachtungen und Ergebnisse über eingebettete Antheridien bei *Dryopteris stipularis* und *D. mollis*. Er gelangt zu der Auffassung, daß entgegen anderen Annahmen bei *Dryopteris stipularis* und *Dryopteris mollis* unter den älteren Prothallien die Neigung besteht, tiefliegende Antheridien nebst normalen männlichen Organen hervorzubringen, und daß diese Gebilde nicht notwendigerweise unter der Wirkung der Trockenheit zur Entwicklung gelangen. Bei *Dryopteris mollis* war *Yamanouchi* zu apogamen Embryonen dadurch gekommen, „daß er die Pflanzen von unten bewässerte und verhinderte, daß irgend eine Flüssigkeit von oben auf die Pflanzen fiel“. Der Verfasser hält das von *Yamanouchi* beigebrachte Beweismaterial für unzureichend. „Durch die Ergebnisse sämtlicher Kulturen“ ist er „davon überzeugt, daß die Apogamie bei *Dryopteris mollis* durch Züchten der Prothallien im direkten Sonnenlicht nicht zustande gebracht werden kann, auch wenn die Befruchtung stets ausgeschlossen wird. Bis zu dem gegenwärtigen Zeitpunkt hat eine verlängerte Kultur weder bei *Dryopteris mollis*, *Dryopteris stipularis*, noch bei *Matteuccia Struthiopteris* die Entwicklung von apogamen Auswüchsen ermöglicht.“

Die Arbeit enthält eine ausführliche Übersicht über die Entwicklung unserer Kenntnisse von der Apogamie bei Farnen. (Clausen.)

**Czapek, Friedrich, Ausblicke auf biologische Adsorptionserscheinungen.**

Enthält einen Versuch, Lösungsverteilung und Adsorption in flüssigen Medien genauer physikalisch abzugrenzen, besonders im Hinblick auf jene Fälle, in welchen die gelösten Teilchen in den beiden angrenzenden nicht mischbaren Flüssigkeiten verschieden große Aggregate bilden. „Adsorption“ umfaßt alle jene Fälle, in welchen der Henry-Satz nicht angewendet werden kann. Die Adsorptionserscheinungen gliedern sich in Poren- und Kolloidadsorption. Die Kolloidadsorption scheidet sich weiter in Geladsorption und Adsorption in Solen. Bei der Besprechung von Quellung und Farbstoffspeicherung in Gelen wird die große Analogie der letzteren mit Lösungsverteilung hervorgehoben. Die Adsorption durch Sole scheidet sich in Adsorption durch Suspensioide und solche durch Emulsoide. Diskussion der Schutzkolloidfrage im Hinblick auf Fettemulsionen. Von der Kolloidadsorption durch Emulsoide wird nach der Natur des adsorbierten Stoffes Ionen-, Molekel- und Kolloidadsorption unterschieden. Die Darlegung der Paulischen Lehre vom unelektrischen und Ioneneiweiß macht auf die Bedeutung dieser Auffassung für die Pflanzenphysiologie aufmerksam. Es folgen Betrachtungen über Salzadsorption und Salzdurchtritt durch die Plasmahaut, Adsorptionsgleichgewicht mit dem Plasma, eine Diskussion des Durchtrittes von Molekülen durch die Plasmahaut mit Rücksicht auf die Lipoidtheorie von Overton, schließlich die Besprechung von Wechselwirkungen von Solen untereinander in der lebenden Zelle.

(Czapek.)

**Gertz, Otto, Über die Schutzmittel einiger Pflanzen gegen schmarotzende *Cuscuta*.**

Die Untersuchungen des Verfassers haben ergeben, daß *Cuscuta Gronovii* bei Kultur auf solchen Pflanzen, die im Zellsaft saures Kaliumoxalat in erheblicher Menge führen (z. B. *Begonia*, *Oxalis*, *Rumex*), durch Vergiftung zugrunde geht. Dieselbe Bedeutung als Schutzmittel gegen Schmarotzer von *Cuscuta* kam ätherischen Ölen zu, was sich sowohl in Kulturversuchen auf *Elsholtzia cristata* als besonders in speziellen, mit solchen Substanzen angestellten Versuchen nachweisen ließ. Die Alkaloide bei *Solanaceen*, *Ranunculaceen*, *Conium*, *Digitalis*, *Tropeacolum* und der Milchsafte bei *Papaver*- und *Euphorbia*-Arten rufen auch Vergiftung hervor, die zu Zugrundegehen des Schmarotzers führte. Daneben werden Angaben über die Bedeutung mechanischer und verdickter Zellwände als Schutz gegen eindringende *Cuscuta*-Haustorien mitgeteilt.

In den Fällen, wo sich die Schädlichkeit der Wirtspflanze geltend machte, nahm *Cuscuta* im allgemeinen eine ausgeprägte Grünfärbung an und erzeugte nicht selten, trotzdem sie das Wachstum völlig eingestellt hatte, Blüten, was durch accessorische Sproßbildung erfolgte. (Gertz.)

**Sperlich, Adolf, Gesetzmäßigkeiten im kompensierenden Verhalten parallel und gegensinnig wirkender Licht- und Massenimpulse.**

Der Verf. hat sich bemüht, durch Messung des motorischen Lichteffektes an der Stärke kompensatorischer antagonistischer Massenimpulse eine Gesetzmäßigkeit aufzudecken. Als Hauptergebnis der hier veröffentlichten bisherigen Versuche konnte folgendes festgestellt werden: Unabhängig vom absoluten Intensitätswerte der Reize liegen die durch gleiche Grenzreaktionen charakterisierten Kompensationspunkte auf einer parabelähnlichen Kurve, deren Ordinaten durch die Zeitwerte der einander kompensierenden Reize gegeben sind. (Sperlich.)

**Faber, F. C. v., Physiologische Fragmente aus einem tropischen Urwald.**

Da die Lebenserscheinungen tropischer Pflanzen, verglichen mit denen der im gemäßigten Klima wachsenden, bisher nur dürftig untersucht sind, so hat der Verfasser versucht, in Tjibodas bei Buitenzorg auf Java über einige physiologische Fragen Anhaltspunkte zu gewinnen. Seine Ergebnisse faßt er selbst mit folgenden Worten zusammen:

„Das Klima des Urwaldes von Tjibodas ist, wie aus den meteorologischen Wahrnehmungen hervorgeht, ein sehr gleichmäßiges. Die Luftfeuchtigkeit ist eine hohe und kann nicht selten den Sättigungsgrad erreichen.“

An einer Anzahl von krautigen Pflanzen wurden an Ort und Stelle Beobachtungen angestellt, und zwar zunächst hinsichtlich ihrer Transpiration. Der Verlust an gasförmigem Wasser ist bei ihnen im allgemeinen ein sehr geringer. Kleine Schwankungen in der Intensität des diffusen Lichtes sind bereits imstande, die Verdunstung bedeutend zu fördern.

Die Ausscheidung des flüssigen Wassers ist eine nachts häufige Erscheinung, die aber auch während der feuchtesten Zeit des Jahres tagsüber beobachtet wird und den Wasserverlust in gasförmigem Zustand bedeutend übertrifft. Die Guttation dürfte einen Ersatz für die geringe Transpiration darstellen. Nicht allein Hydathoden, sondern auch die gewöhnlichen Spalt-

öffnungen sind imstande, flüssiges Wasser hinaus-zupressen.

Das Bluten von Bäumen in völlig belaubtem Zustand ist eine für den Urwald häufige Erscheinung. Der Blutungsdruck kann dabei sehr hohe Werte erreichen. Während der feuchten Zeit werden nur positive Drucke, in der trockneren Zeit aber auch negative wahrgenommen. Es sind also sogar in den feuchtesten Teilen des regenreichen West-Java nicht immer positive, sondern auch negative Drucke zu verzeichnen.

Der Gesamtwuchs der krautigen Urwaldpflanzen erreicht in demselben Zeitabschnitt während der Regenzeit höhere Werte als die derselben Spezies in Buitenzorg unter annähernd gleichen Wachstumsbedingungen gezüchteten. Dies ist nur dem größeren Gesamtwuchs am Tage im Urwald zuzuschreiben. Tag- und Nachtwachstum hält sich im Urwald ungefähr die Wage, ohne die durch die Schwankungen der Luftfeuchtigkeit bedingte Periodizität der Buitenzorger Versuchspflanzen aufzuweisen. Auch im Urwald kommt es zu einer solchen Periodizität, wenn die Sprosse aus der Dunstregion herausragt.

Die Assimilation der Urwaldpflanzen ist dank ihrer Anpassung an das schwache Licht noch ausgiebig genug, um das verhältnismäßig schnelle Wachstum zu ermöglichen. Das Maximum der Stärkezunahme findet stets am Nachmittag statt. Die Stärkeabwanderung geschieht sowohl tags- als nachtsüber, aber niemals in dem Maße, daß eine gänzliche Entleerung der Blätter die Folge wäre.

Bei einer Reihe von tropischen Pflanzen wird durch Insolation ein gänzlicher Verschuß der Spaltöffnungen herbeigeführt und somit die Bildung von Stärke, trotz günstiger Assimilationsbedingungen, verhindert. Bei der Beurteilung des Einflusses des Lichtes auf den Transport der Kohlenhydrate muß diesem Umstand Rechnung getragen werden.“

(Clausen.)

#### Andrews, F. M., Die Wirkung der Zentrifugalkraft auf Pflanzen.

Die Arbeit enthält Angaben über das Verhalten von Zellen, die sehr starken Schleuderkraften ausgesetzt werden. Mit Ausnahme von *Oscillaria princeps*, die auch bei Einwirkung von über 13 000 g keine Veränderung zeigte, wurde in allen untersuchten Zellen eine mehr oder minder weitgehende Verlagerung des Inhaltes herbeigeführt. Vor allem wurde der Kern an das zentrifugale Zellende geschleudert und vielfach der Nukleolus aus dem Kern herausgeworfen. Einige Zeit nach dem Zentrifugieren sind in den Zellen die Verlagerungserscheinungen wieder ganz oder teilweise zurückgegangen. Befand sich der Kern vor dem Versuche an Stellen des stärksten Wachstums, so kehrte er manchmal zu diesen zurück. Wichtig ist, daß in Staubbäddenhaarzellen von *Tradescantia virginica* nach dem Zentrifugieren normale Kernteilung auch dann eintrat, wenn der Nukleolus ausgeschleudert worden war. Dieser löst sich dann allmählich im Plasma auf. Die genannten Zellen können sich auch während des Schleudervorgangs teilen, doch sind die Wände dann manchmal nicht quer, sondern schief gestellt. Eine zentrifugierte *Mimosa*-Pflanze erwies sich  $\frac{1}{2}$  Stunde nach dem Versuch wieder empfindlich, obwohl der Zellinhalt noch nicht in allen Parenchymzellen der Blättchen und Stiele in die normale Lage zurückgekehrt war.

(Guttenberg.)

#### Harder, Richard, Beiträge zur Kenntnis des Gaswechsels der Meeresalgen.

Hauptsächlich Untersuchung der Atmung einer großen Anzahl Rot-, Braun- und Grünalgen der Nordsee. Atmung und Farbe stehen nicht im Zusammenhang, ebenso wenig Atmung und örtliches Vorkommen. Die beobachteten starken Unterschiede in der Atmung verschiedener Algen beruhen auf dem Bau des Thallus. Derbe Formen atmen infolge geringerer Oberfläche

schwächer als feine. Der Koeffizient  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$  wird aufgestellt. Untersuchung des Einflusses von Außenfaktoren wie Temperatur, Grundreiz, Fruktifikation, Jahreszeit usw. auf die Atmung. Die Wirkung der Temperatur wird vergleichend auf Assimilation und Atmung untersucht. Der Koeffizient  $\frac{\text{Assimilation}}{\text{Atmung}}$  fällt bei Temperaturen um 0° sehr zugunsten der Assimilation aus, sowohl bei Meeres- wie bei Süßwasseralgen.

(Knip.)

#### Buller, A. H. Reginald, Die Erzeugung und Befreiung der Sporen bei *Coprinus sterquilinus*.

In seinem im Jahre 1909 erschienenen, W. Pfeffer gewidmeten Werk (Researches on Fungi), hat der Verfasser eine große Reihe von vortrefflichen Beobachtungen über Sporenbildung und Sporenverbreitung bei Basidiomyceten, Ascomyceten und Phycomyceten veröffentlicht und später über weitere Untersuchungen ähnlicher Art in mehreren Arbeiten berichtet. Die im Titel genannte Mitteilung beschäftigt sich mit *Coprinus sterquilinus*. Diese Art „besitzt Fruchtkörper, welche in ihren Einrichtungen für Bildung und Befreiung der Sporen denjenigen von *Coprinus comatus* gleich sind. Beide Spezies haben keine Zystiden an den Seiten der Lamellen, wohl aber verdickte Stellen an den Lamellenrändern. Diese Verdickungen leisten einen wichtigen Dienst, indem sie gegenüberliegende Hymeniumflächen auf benachbarten Lamellen während der Entwicklung der Sporen auseinander halten.

Die Basidien der meisten *Coprinus*-Arten bestehen aus zwei verschiedenen Sorten, aus langen und kurzen. Der Dimorphismus erlaubt eine Anhäufung der Basidien und ermöglicht eine zweckentsprechende Sporenbildung. Die langen Basidien lassen in der Zone der Abstoßung ihre Sporen früher fallen als die kurzen.

Große sterile Paraphysen sind wesentliche Bestandteile des Hymeniums der *Coprinus*-Arten. Sie dienen dazu, aneinander grenzende Basidien zu trennen und ermöglichen dadurch diesen, ihre Sporen ohne gegenseitige Störung zu entwickeln.

Einige Sekunden bevor eine Spore von dem Basidium der Hymenomyceeten — *Coprinus* eingeschlossen — abfällt, wird ein kleiner Tropfen, dessen Durchmesser gewöhnlich halb so groß ist wie der der Sporen, am Nabel der Spore und dem Anheftungspunkt an das Sterigma ausgeschieden. Der Tropfen wird mit der Spore fortgetragen. Eine gleiche Ausscheidung findet auch bei den Uredineen statt. Die Art der Sporenbefreiung scheint demnach bei den Hymenomyceeten und Uredineen die gleiche zu sein.

Bei dem Psalliota-Typus sind die Lamellen des Fruchtkörpers im Querschnitt keilförmig und positiv geotropisch. Daher schaut das Hymenium auf beiden Seiten jeder normal gerichteten Lamelle mehr oder weniger nach unten. Mit dieser Orientierung des Hymeniums ist die Tatsache verbunden, daß jeder schmale

Streifen des Hymeniums (jedes Quadratmillimeter) auf jeder Lamelle gleichzeitig die Sporen während der ganzen Abstoßungsperiode erzeugt und abgibt. Auf jeder kleinen Fläche des Hymeniums kommen die Basidien zur Reife und stoßen ihre Sporen nacheinander ab, so daß die Bildung und Befreiung der Sporen häufig mehrere Tage lang fort dauert.

Bei dem Fruchtkörper vom *Coprinus*-Typus ist die Substanz, bestehend aus Stiel, Pilzhut und Lamellen, auf ein Minimum reduziert. Die Reduktion der Lamellensubstanz ist auf die Parallelität der Lamellen-seiten zurückzuführen. Die Lamellen sind nicht geotropisch. In der Natur schaut die eine Seite der Lamellen etwas nach oben, die andere ein wenig nach unten. Eine erfolgreiche Abstoßung der Sporen von den nicht geotropischen parallelseitigen Lamellen von *Coprinus* wird durch folgende Einrichtungen erreicht: 1. Die Sporen reifen und fallen ab in der Reihenfolge von unten nach oben. 2. Die sporenfreien Teile werden nacheinander von unten nach oben durch die Selbstverdauung zerstört. Infolge dieser Zerstörung ist die Zone der Sporenabstoßung auf jeder Lamelle ein Bruchteil eines Millimeters der freien Lamellenhaut. Die Sporen werden mehr oder weniger geradeaus von ihren Sterigmaten in den Raum zwischen den Lamellen bis zu einer Entfernung von ca. 0,1—0,2 mm geschleudert, bevor sie anfangen, senkrecht zu fallen. Daher haben die Sporen an der oberen Seite der Lamelle, welche schief geneigt ist, wie an der unteren Seite keine Schwierigkeit unter dem Pilzhut in die Luft zu gelangen, von wo sie dann durch den Wind fortgetragen werden. (Clausen.)

#### Peirce, George, Ein multipler Klinostat.

Peirce schildert einen verhältnismäßig billigen und leistungsfähigen, durch Gewichte angetriebenen Klinostaten, mit Hilfe dessen 40—50 Drehscheiben und Kulturen gleichzeitig, mit gleicher oder ungleicher Geschwindigkeit und in derselben oder in entgegengesetzter Richtung in Umdrehung versetzt werden können. (Clausen.)

#### Juel, H. O., Untersuchungen über die Auflösung der Tapetenzellen in den Pollensäcken der Angiospermen.

Die Frage nach dem Verhalten der Tapetenzellen während der Entwicklung des Pollens schien einer erneuten Prüfung bedürftig zu sein. Ältere Angaben aus den 80er Jahren ließen vermuten, daß diese Zellen in der Regel ihre Selbständigkeit aufgeben, um ein sogen. Periplasmodium zu bilden. Weil aber nur Mikrotomschnitte ein sicheres Urteil über diese Verhältnisse ermöglichen, so untersuchte ich nach dieser Methode eine Anzahl angiospermer Pflanzen, 30 Arten aus 23 Familien. Ich fand Periplasmodiumbildung nur bei *Anthurium*, *Lavatera*, *Cobaea*, *Lonicera*, *Valeriana* und *Knautia*. Bei der Mehrzahl der untersuchten Pflanzen wurden dagegen die Tapetenzellen entleert, ohne daß sie ihre Wände auflösten oder ihre Gestalt veränderten. (Juel.)

#### Campbell, Douglas Houghton, Die Verbreitung gewisser Lebermoose der malaiischen Region.

Während zweier Besuche in der malaiischen Region hat sich der Verfasser bemüht, Lebermoose, besonders thallose, zu sammeln und einige Beobachtungen über ihre Verbreitung zu machen.

Unter den Inseln des malaiischen Archipels ist Java am reichsten an Zahl und Mannigfaltigkeit der beschriebenen Arten der Lebermoose. Sumatra hat,

wie zu erwarten ist, viel mit Java gemein. Borneo, wenigstens die Teile von Sarawak, die der Verfasser besucht hat, ist, verglichen mit Java, Sumatra und den Philippinen, merklich ärmer an Lebermoosen. Die Philippinen haben viel gemein mit Java und Sumatra und besitzen manche derselben Typen.

Unter den von dem Verfasser besuchten Regionen waren die malaiischen Bundesstaaten die ärmsten; die Erd-Lebermoose waren hier äußerst gering an Zahl. Bei dem Versuch, eine Erklärung zu finden für diese Spärlichkeit in den malaiischen Staaten, erwies sich der Charakter des Bodens als der wahrscheinlichste Grund. Die Gegend besteht größtenteils aus Granit, und der verwitterte Granit bildet einen Boden, der diesen Pflanzen nicht günstig zu sein scheint. Miß L. S. Gibbs, die auf Mt. Kina-Bulu, im britischen Nord-Borneo, Lebermoose gesammelt hat, berichtet über eine ähnliche Spärlichkeit dieser Pflanzen auf jenem Granitberg.

Es sind die Regionen vulkanischen Ursprungs, die den Erd-Lebermoosen die günstigsten Lebensbedingungen zu bieten scheinen. Wie bereits bemerkt, ist die Nachbarschaft von Tjibodas in Java, auf den Abhängen der großen vulkanischen Masse von Gede, erstaunlich reich an Lebermoosen, und in allen feuchteren Teilen dieser rein vulkanischen Insel sind viele Arten zahlreich vorhanden.

Sumatra, das hauptsächlich vulkanischen Ursprungs ist, und Luzon auf den Philippinen, sind merklich fruchtbarer an Lebermoosen als das nicht vulkanische Borneo und die malaiische Halbinsel. Im Zusammenhang damit mag bemerkt werden, daß verschiedene andere Regionen, in denen die Erd-Lebermoose besonders reichlich auftreten, vulkanischen Ursprungs sind. Unter diesen mögen genannt werden: Japan, Hawaii, Samoa und Neuseeland. (Clausen.)

#### Lieske, Rudolf, Beiträge zur Kenntnis der Ernährungsphysiologie extrem atmosphärischer Epiphyten.

Ob Epiphyten fähig sind, den Wasserdampf der Luft zu kondensieren, ist bisher nicht einwandfrei untersucht worden. Verf. untersuchte in Brasilien Orchideen mit gut ausgebildeten Luftwurzeln, und fand, daß diese nicht fähig sind, Wasserdampf zu kondensieren. Die Pflanzen vertrocknen auch an ihren natürlichen Standorten, wenn sie kein tropfbar-flüssiges Wasser erhalten.

Tillandsia usneoides vermag zwar infolge ihrer großen Oberfläche Wasserdampf zu kondensieren, wenn man sie aus einer wasserarmen in eine wasserreiche Atmosphäre bringt. Dieser Vorgang ist aber rein physikalisch und spielt ernährungsphysiologisch keine Rolle.

Aschenanalysen von Tillandsia usneoides und T. stricta zeigten, daß gerade die in Wasser fast unlöslichen Bestandteile des Erdbodens in der Pflanzenasche am reichlichsten vertreten sind. Das beruht hauptsächlich darauf, daß die Schuppen der Tillandsien fähig sind, Staubeilchen der Luft festzuhalten. Die Aschebestandteile haften also der Pflanze zum Teil nur äußerlich an. Andererseits ist es sehr wahrscheinlich, daß die Tillandsien fähig sind, die unter ihren Schuppen festgehaltenen Mineralbestandteile zu lösen und für ihren Stoffwechsel zu verwerten. (Lieske.)

#### Guttenberg, Hermann Ritter von, Anatomisch-physiologische Studien an den Blüten der Orchideengattungen Catasetum Rich. und Cynoches Lindl.

Bei den Orchideengattungen *Catasetum*, *Cynoches* und *Mormodes* werden, wie zuerst Darwin eingehen-

der beschrieben hat, die Pollinien der männlichen Blüte abgeschleudert, sobald bestimmte Stellen der Blüten berührt werden. Die vorliegende Arbeit enthält verschiedene neue Beobachtungen über den *Schleudermechanismus* und den ihn auslösenden *Reizvorgang*. Es wird gezeigt, daß die im Stipes — d. i. dem die Pollinien tragenden Stielchen — herrschende Spannung durch Wachstum und Turgorenergie zustande kommt, daß die Lösung der letzten Verbindungen zwischen dem Stipes und seiner Unterlage (dem Rostellum) durch eine Turgorsenkung in den beteiligten Zellen veranlaßt wird, und daß schließlich der Reizvorgang zu den seismonastischen Erscheinungen zu zählen ist, da auch ein Wasserstrahl die empfindlichen Organe (die Antennen) zu reizen vermag. Ferner wird eine genaue anatomische Beschreibung des Stipes und der Klebscheibe, welche die Anheftung der abgeschleuderten Pollinien an die die Blüte besuchenden Insekten ermöglicht, sowie anderer Teile der Blüte gegeben.

(Guttenberg.)

**Koernicke, M., Über die Wirkung verschieden starker Röntgenstrahlen auf Keimung und Wachstum bei den höheren Pflanzen.**

Bei früheren Untersuchungen war der Verfasser zu dem Ergebnis gekommen, daß Röntgenstrahlen bei genügend starker Intensität hemmend auf das Wachstum von Pflanzen einwirken. Nach der Bestrahlung tritt zunächst meist eine Wachstumsbeschleunigung ein. Die Hemmung erfolgt erst nach einiger Zeit.

Dem widersprechen die Versuchsergebnisse von E. Schwarz. Nach diesem Autor sollen geringe Röntgenstrahlenmengen wachstumsfördernd wirken.

Der Verfasser sah sich daher zur Wiederaufnahme von Versuchen über die Wirkung geringer Strahlungsintensität auf die pflanzlichen Organe veranlaßt.

Als Versuchspflanzen wählte er Saubohnen, Bohnen, Lupinen, Raps, Senf, Mohn, Mais, Weizen und Hafer. „Es gelangten zunächst trockene, ruhende Samen zur Bestrahlung, weiterhin solche, die 1 Tag, 2 Tage und mehr im Wasser gequollen waren, ferner solche, die bereits das Keimwürzelchen entwickelt hatten, und endlich in Töpfchen gekeimte, junge, gleich kräftig erscheinende Pflänzchen.

Die Bestrahlungen wurden mit einem „Apex“-Röntgeninstrumentarium ausgeführt, und zwar mit harten und weichen Röhren, teils mit, teils ohne Filter.

Von den Versuchspflanzen wies eine sichtliche Beeinflussung des Wachstums durch die Röntgenstrahlen eigentlich nur *Vicia Faba* auf. Betreffs der Keimung zeigten allerdings die übrigen Versuchspflanzen, außer den Getreidearten, bei welchen überhaupt keine Wirkung zu erkennen war, analoge Verhältnisse wie *Vicia Faba*, wenn auch in schwächerem Maße. In der weiteren Entwicklung glich sich bei ihnen der anfänglich zu beobachtende geringe Vorsprung bald aus, und nach einiger Zeit war kein Unterschied mehr zu bemerken.“

(Clausen.)

**Copeland, E. B., Über das Saftsteigen.**

E. B. Copeland berichtet in einer kurzen Mitteilung „Über das Saftsteigen“ über Versuche mit tropischen Lianen. Er glaubt dabei den Nachweis zu führen, daß der hydrostatische Druck der Wassersäulen im Holz geringer ist als der hydrostatische Druck gleich hoher Wassersäulen in Glasröhren, und kommt auf seine schon früher ausgesprochene Ansicht zurück, daß die

Kraft, die das Wasser auch in den höchsten Bäumen hebt, der Druck der Atmosphäre sei. Die Kohäsionstheorie — die in einer gleich zu erwähnenden Abhandlung vertreten wird — lehnt der Verfasser ab.

(Renner.)

**Kniep, Hans, Über den Gasaustausch der Wasserpflanzen.**

Mit Hilfe des Kroghschen Apparats ausgeführte analytische Bestimmungen der beim assimilatorischen Gaswechsel aus Wasserpflanzen austretenden Gase zeigen, daß der prozentuale Sauerstoffgehalt der Interzellularluft um so niedriger ausfällt, je langsamer der entwickelte Blasenstrom ist. Bei Veränderung der Lichtintensität nimmt also die pro Zeiteinheit ausgeschiedene Blasenzahl *langsamer* zu und ab als die Assimilationsgröße. Daraus ergibt sich, daß die viel angewendete Blasenzahlmethode für genauere quantitative Untersuchungen der Assimilationsgröße nur mit großer Einschränkung brauchbar ist. Durch Experimente wird ferner gezeigt, daß Wasserbewegung auf die Blasenabgabe je nach dem Gasgehalt des die Pflanze umgebenden Wassers auf die Blasenabgabe einen hemmenden oder fördernden Einfluß hat. — Nach zeitweiliger Verdunkelung setzt die Assimilation vermutlich sofort wieder ein, die Blasenabgabe aber erst nach einiger Zeit (die sich nach der Länge der vorausgehenden Verdunkelung richtet). Es erklärt sich das aus den Diffusionsverhältnissen der Gase. Aus diesen Versuchen ergibt sich eine einfache Methode zur Bestimmung der Lichtintensität, die eine der Atmungsgröße an absolutem Wert gerade gleichkommende Assimilationsgröße bedingt.

(Kniep.)

**Newcombe, Frederick C., Das Verhalten der Windpflanzen in der Dunkelheit.**

Der Verfasser führt den Nachweis, daß von 7 untersuchten Windpflanzen 6 die Fähigkeit des Windens verlieren, wenn sie 1—15 Tage lang verdunkelt werden. Da die Verdunkelung sich auf die oberste windende Zone beschränkte und die unteren Teile der Pflanzen dem Licht ausgesetzt waren, behielten die Pflanzen auch bei länger dauernder Versuchszeit ihre Wachstumsfähigkeit bei. Die Zirkumnutation des terminalen Teiles wurde durch die Verdunkelung nicht aufgehoben. Dagegen stellte eine darunter liegende Zone allmählich ihr schraubig fortschreitendes Wachstum ein und wuchs dann gerade, und zwar senkrecht oder schräg weiter. Da diese Zone, nach Angabe des Verfassers, am Lichte den Gipfel des windenden Stengels um die Stütze führt, mußte im Dunkeln das Winden unterbleiben. Ans Licht gebracht, winden die Pflanzen nach 1—4 Tagen wieder normal.

(Guttenberg.)

**Buder, Johannes, Zur Kenntnis des Thiospirillum jenense und seiner Reaktionen auf Lichtreize.**

Die Arbeit ist einem der am wenigsten bekannten großen roten Schwefelbakterien gewidmet. Ihr erster Teil enthält einige historische Notizen, ein morphologisches Kapitel, das mehrere bemerkenswerte polare Differenzierungen beschreibt, und Angaben über Vorkommen und Kultur des Organismus.

Der zweite Teil ist mehr physiologischen Fragen gewidmet und zieht des öfteren auch die Chromatien als Parallele heran. Zunächst wird die Art der Bewegung und Reizbeantwortung im allgemeinen beleuchtet, wobei besonders die Fähigkeit des Organis-

mus betont wird, nach vorwärts wie nach rückwärts mit gleicher Leichtigkeit schwimmen zu können, obwohl sich das Geißelsystem nur an einem Ende befindet. Ferner wird die Tätigkeit dieses Geißelsystems auf Grund von Dunkelfeldbeobachtungen geschildert, und schließlich einige Probleme der Lichtreizbarkeit erörtert, auf die hier, mit Rücksicht auf den Raum, nicht im einzelnen eingegangen werden kann. Nur die besonders bemerkenswerte Tatsache einer polaren Verschiedenheit in der Reizbeantwortung bei lokaler Verdunkelung der Enden sei erwähnt. Zunächst hatte es ganz den Anschein, als läge dieser Verschiedenheit eine am geißeltragenden Pole lokalisierte Perzeptionsfähigkeit zugrunde, vermutlich aber sind in Wahrheit besondere Eigentümlichkeiten der Reizleitung dafür verantwortlich zu machen, Verhältnisse, die noch weiter untersucht werden sollen.

(Bader.)

#### Boysen-Jensen, P., Über Bildung und Vorkommen von Rohrzucker.

Bei der Keimung der Erbse wird die in den Kotyledonen vorkommende Stärke nach und nach in Rohrzucker verwandelt und wandert als solcher von den Kotyledonen in die Embryonen. Dieses wird dadurch erwiesen, daß die Konzentration des Rohrzuckers in den Kotyledonen größer ist als in den Embryonen. In abgetrennten Kotyledonen findet fortwährend eine Rohrzuckerbildung statt, in abgetrennten Embryonen dagegen ein Verbrauch des Rohrzuckers. Reduzierende Zuckerarten wie Monosacchariden und Maltose finden sich überhaupt in sehr geringer Menge in den Kotyledonen.

(Boysen-Jensen.)

#### Correns, C., Über eine nach den Mendelschen Gesetzen vererbte Blattkrankheit (Sordago) der *Mirabilis Jalapa*.

Bei der im Titel genannten Pflanze tritt eine eigentümliche Krankheit der Blätter auf, die stellenweise das Pallisadengewebe zum Absterben bringt und so hellbraune Fleckchen auf der Blattoberseite erzeugt. Es ließ sich nun leicht nachweisen, daß sich diese „Sordago“ genannte Krankheit nach den Mendelschen Gesetzen vererbt, wobei sie dem gesunden Zustand gegenüber völlig rezessiv ist. Es spricht auch alles dafür, daß die Krankheit selbst vererbt wird und nicht etwa bloß eine sehr ausgesprochene Disposition einem — nicht nachweisbaren — Krankheitserreger gegenüber. Die Tatsachen sprechen u. a. gegen die sogenannte *Presence- und Absence-Hypothese*, die heutzutage in der Vererbungslehre eine Rolle spielt, und nach der die rezessive Krankheit durch das Fehlen einer Anlage bedingt sein müßte, die bei der gesunden Pflanze vorhanden wäre. Dann müßte aber die kranke Pflanze eine phylogenetische Vorstufe der gesunden darstellen (was ganz ausgeschlossen ist). Denn da ja der phylogenetische Fortschritt auf dem Hinzukommen immer neuer Anlagen zu den schon vorhandenen beruhen muß, muß das Wegfallen einer solchen Anlage das Wiederherabsinken des Organismus auf eine frühere Stufe bedeuten. In Wirklichkeit ist der Sordago-Zustand eine Neuerwerbung, für die eine Neubildung im Keimplasma vorhanden sein muß, die der normalen Pflanze fehlt, und die sich, trotzdem sie eine *Neubildung* ist, beim Zusammentreffen mit dem normalen Zustand als *rezessiv* erweist, während die *Presence- und Absence-Hypothese* in diesem Falle *Dominanz* verlangt.

(Correns.)

#### Renner, O., Theoretisches und Experimentelles zur Kohäsionstheorie der Wasserbewegung.

O. Renner behandelt in einem Aufsatz „Theoretisches und Experimentelles zur Kohäsionstheorie der Wasserbewegung“ einige Fragen aus der Energetik der Wasserversorgung der Pflanzen auf exakt rechnerischem Wege: die Beziehungen zwischen osmotischem Druck, hydrostatischem Druck und Dampfdruck, die Dynamik der Wasserverschiebung in parenchymatischen Geweben, die bei der Wasserversorgung wirksamen Energiepotentiale, den Energieumsatz bei Transpiration und Wasserhebung, die Beziehungen zwischen osmotischem Druck und Transpiration. Zu der Forschertätigkeit des Jubilars haben diese Untersuchungen insofern ein nahes Verhältnis, als sie teilweise auf Anregungen zurückgehen, die Pfeffer vor langer Zeit gegeben hat. Mit Hilfe von Methoden, deren theoretische Begründung in den genannten Abschnitten niedergelegt ist, wird dann die Zerreißfestigkeit (Kohäsion) des Wassers in den Ringzellen der Farnsporangien bestimmt und im äußersten Fall zu 350 Atmosphären gefunden, also bedeutend höher, als die Kohäsionstheorie für ihre Erklärung des Saftsteigens fordern muß. (Renner.)

#### Miehe, H., Beiträge zum Windeproblem.

Bisher hatte man ganz allgemein angenommen, daß an wagerechter Achse ein Winden nicht möglich sei und daraus im Zusammenhange mit dem ebenfalls ziemlich allgemein angenommenen Satze, langsame Drehung am Klinostaten verhindere die Windebewegung, theoretische Folgerungen abgeleitet. Verfasser stellte nun im wesentlichen fest, daß es ein Objekt gibt, das dauernd und ganz normal an horizontaler Stütze winden kann, nämlich *Akebia quinata*, eine holzige Liane. Am Schluß gibt er eine kurze Erörterung der theoretischen Bedeutung der neuen Tatsache.

(Miehe.)

#### Klebs, Georg, Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten.

### Verzeichnis der wichtigsten Arbeiten Pfeffers.

(Titel zum Teil etwas gekürzt.)

1. Dissertation Pfeffers. Über einige Derivate des Glycerins und dessen Überführung in Allylen. Philosoph. Fakultät, Göttingen, 1865.
2. Zwei Mißbildungen von Laubmoosfrüchten. Jahresber. d. nat. Ges. Graubünden 1868.
3. *Didymodon Theobaldii*, eine neue Moosart. Jahresber. d. nat. Ges. Graubünden 1868.
4. Bryologische Reisebilder aus der Adula. Jahresber. d. nat. Ges. Graubünden 1868.
5. Bryogeographische Studien in den rhätischen Alpen. Denkschr. der schweiz. Naturf. Ges. 1869, Zürich.
6. Die Entwicklung des Keimes der Gattung *Selaginella*. Hansteins Botan. Abhandl. 1, 1871.
7. Die Wirkung farbigen Lichtes auf die Zersetzung der Kohlensäure in Pflanzen. Arbeiten des bot. Instituts Würzburg. 1871, Heft 1. Auch erschienen als Habilitationsschrift, Marburg 1871.
8. Studien über Symmetrie und spezif. Wachstumsursachen. Arbeiten des bot. Instituts Würzburg. 1871, Heft 1.



9. Über geformte Eiweißkörper und die Wanderung der Eiweißstoffe beim Keimen der Samen. Sitzungsber. d. Ges. d. Nat. Marburg 1871.
10. Zur Frage über die Wirkung farbigen Lichtes auf die Kohlensäurezersetzung. Botan. Ztg. 1871, Bd. 29, 317.
11. Zur Blütenentwicklung der Primulaceen und Ampelideen. Pringsheims Jahrbücher für wiss. Bot. 1872, 8, 194.
12. Untersuchungen über Proteinkörner und die Bedeutung des Asparagins beim Keimen der Pflanzen. Pringsheims Jahrbücher für wiss. Bot. 1872, 8, 429.
13. Wirkung der Spektralfarben auf die Kohlensäurezersetzung in den Pflanzen. Bot. Zeitung 1872, 30, 425. Poggendorfs Annalen 1873, 148, 86.
14. Über Öffnen und Schließen der Blüten. Sitzungsberichte der Gesellsch. zur Beförd. der ges. Naturwissenschaften zu Marburg 1873.
15. Physiol. Untersuchungen. Untersuchungen über die Reizbarkeit der Pflanzen. Untersuchungen über das Öffnen und Schließen der Blüten. 1873. Engelmann, Leipzig.
16. Über die Beziehungen des Lichtes zur Regeneration von Eiweißstoffen. Monatsberichte der Königl. Akad. der Wiss. zu Berlin 1873, 780.
17. Die Ölkörper der Lebermoose. Flora 1874, 32, 2.
18. Fortpflanzung des Reizes bei *Mimosa pudica*. Pringsheims Jahrbücher für wiss. Bot. 1873/74, 9, 308.
19. Über periodische Bewegungen der Blätter. Sitzungsber. der Niederrh. Ges. für Natur- und Heilk. 1874.
20. Hesperidin. Bot. Zeitung 1874, 32, 481.
21. Produktion organischer Substanz in der Pflanze. Landwirtsch. Jahrb. 1874, 3, 1.
22. Die Bildung stickstoffhaltiger Substanz in der Pflanze. Landw. Jahrb. 1874, 3, 437.
23. Die periodischen Bewegungen der Blattorgane. Leipzig 1875; Engelmann.
24. Bildung des Primordialschlauches. Sitzungsber. der Niederrh. Ges. für Natur- und Heilkunde 1875. Bot. Zeit. 1875, 33, 660.
25. Heckels Ansichten über den Mechanismus der Reizbewegungen. Bot. Zeit. 1875, 33, 289.
26. Über die Entstehung hoher hydrostat. Drucke im Pflanzenreich. Bot. Zeit. 1875, 33, 733, und Bot. Zeit. 1876, 34, 75.
27. Wanderung der organischen Baustoffe in den Pflanzen. Landw. Jahrb. 1876, 5, 87.
28. Osmotische Untersuchungen. Leipzig 1877.
29. Über fleischfressende Pflanzen und über die Ernährung durch Aufnahme org. Stoffe überhaupt. Landw. Jahrb. 1877, 6, 969.
30. Das Wesen und die Bedeutung der Atmung der Pflanzen. Landw. Jahrb. 1878, 7, 805.
31. Pflanzenphysiologie. 1. Aufl. 1881.
32. Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Berichte der Deutschen Bot. Ges. 1883, 1, 524, und ausführlich: Unters. aus dem Bot. Inst. zu Tübingen, 1884, 1, 363.
33. Zur Kenntnis der Kontaktreize. Unters. aus dem Bot. Institut. zu Tübingen, 1885, 1, 483.
34. Über intramolekulare Atmung. Unters. aus dem Bot. Institut. zu Tübingen, 1885, 1, 636.
35. Kritische Besprechung von *de Vries*: Plasmolyt. Studien. Bot. Zeit. 1886, 44, 114.
36. Über Stoffaufnahme in d. lebenden Zellen. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1886, 4, 30.
37. Über Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen. Untersuch. aus dem Bot. Inst. zu Tübingen, 1886, 2, 179.
38. Über chemotaktische Bewegungen von Bakterien usw. Untersuchungen aus dem Bot. Inst. zu Tübingen, 1888, 2, 582.
39. Über Oxydationsvorgänge in lebenden Zellen. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1889, 7, 82.
40. Beiträge zur Kenntnis der Oxydationsvorgänge in lebenden Zellen. Abh. der math.-phys. Kl. der Königl. Sächs. Ges. d. Wissenschaften. Leipzig 1889, 375.
41. *Locw* und *Bokornys* Silberreduktion in Pflanzenzellen. Flora 1889, 47, 46.
42. Neuer heizbarer Objektisch. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. 1890, 7, 433.
43. Über die Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper. Abh. der math.-phys. Kl. der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. 1890, 16, 149.
44. Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vakuolen. Abh. der math.-phys. Kl. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. 1890, 16, 185.
45. Die Untersuchungen *Heglers* über den Einfluß von Zugkräften auf die Festigkeit. Verh. der Ges. d. Wiss. Leipzig 1891, 43, 678.
46. Die Bildungsbedingung der Oxalsäure in Pilzen. Nach Unters. v. *Wehmer*. Ber. der math.-phys. Kl. d. Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. 1891, 43, 24.
47. Studien zur Energetik der Pflanze. Abh. der math.-phys. Kl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. 1892, 18, 151.
48. Über Anwendung des Gipsverbandes für pflanzenphys. Studien. Ber. der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig. Math.-phys. Kl. 1892, 43, 538.
49. Druck- und Arbeitsleistung der wachsenden Pflanze. Abhandlungen der math.-phys. Kl. d. Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig 1893, 20, 233.
50. Die Reizbarkeit der Pflanzen. Ges. Deutscher Naturforscher und Ärzte. Verh. 1893.
51. Über Untersuchungen des Herrn Dr. *Miyoshi* aus Tokio betreffend die chemotropischen Bewegungen von Pilzfäden. Ber. der math.-phys. Kl. der Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig 1893, 45, 319.
52. Über die Ursache der Entleerung der Reservestoffe aus Samen. Ber. der math.-phys. Kl. der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. Leipzig 1893, 45, 421.
53. Über geotropische Sensibilität der Wurzelspitzen nach von Dr. *Czapck* angestellten Untersuchungen. Ber. der math.-phys. Kl. der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. Leipzig 1894, 168.
54. Berichtigung über die korrelative Beschleunigung des Wachstums. Pringsh. Jahrb. 1895, 27, 481.
55. Ein Zimmer mit konstanter Temperatur. Berichte der Deutsch. Bot. Ges. 13, 49, 1895.
56. Über Elektion organischer Nährstoffe. Pringsh. Jahrb. 1895, 28, 207.
57. Über regulatorische Bildung von Diastase. Nach Unters. v. *Katz*. Ber. der math.-phys. Kl. der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. in Leipzig 1896, 513.
58. Über vorübergehende Aufhebung der Assimilationsfähigkeit in Chlorophyllkörnern. Nach Unters. v. *Ewart*. Ber. der math.-phys. Kl. der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. Leipzig 1896, 311.
59. Über den Einfluß des Zellkerns auf die Bildung der Zellhaut. Nach Unters. v. *Townsend*. Ber. d. Sächs. Ges. d. Wiss. 1896, 505.

60. Einleitende Betrachtungen zu einer Physiologie des Stoffwechsels und Kraftwechsels in der Pflanze. Leipzig 1896. (Akademische Dissertation.)
61. Über die lockere Bindung von Sauerstoff in gewissen Bakterien. Ber. über die Verh. der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. Leipzig, Math.-phys. Kl. 1896, 379.
62. Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. 1897 ff.
63. Über die Erzeugung und die physiol. Bedeutung der Amitose. Nach Unters. v. *Nathansohn*. Sächs. Ges. der Wiss. Math.-phys. Kl. 1899, 4.
64. Anwendung des Projektionsapparates zur Demonstration von Lebensvorgängen. Pringsh. Jahrb. 1900, 35, 711.
65. Über die Ursache der Schlafbewegungen. Naturw. Rundschau 1907, 22, 618.
66. Untersuchungen über die Entstehung der Schlafbewegungen der Blattorgane. Abh. der math.-phys. Kl. der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. Leipzig 1907, 30, 257.
67. Die Entstehung der Schlafbewegungen bei Pflanzen. Biol. Centralbl. 1908, 28, 389.
68. Die Bot. Institute (der Univ. Leipzig). Festschr. zum 500jähr. Jub. der Univ. Leipzig 1909.
69. Der Einfluß von mechanischer Hemmung und von Belastung auf die Schlafbewegungen. Abh. Königl. Sächs. Ges. der Wiss. 1911, 32, 163.

### Kleine Mitteilungen.

Zu denjenigen technischen Einrichtungen, ohne welche ein unseren heutigen Ansprüchen genügendes pflanzenphysiologisches Institut nicht mehr denkbar ist, gehört das **Zimmer mit konstanter Temperatur**. Ein solches wurde 1893 von *Pfeffer* im Leipziger Bo-

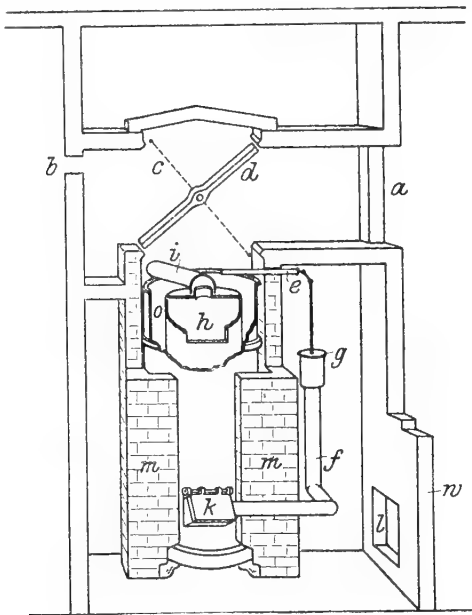


Fig. 1. Heizvorrichtung für ein Zimmer mit konstanter Temperatur; nach *Pfeffer*.

tanischen Institut eingerichtet. (*Ber. d. D. Bot. Ges.* 13 [1895] S. 49.) Wie die Temperatur in solchem Raume konstant erhalten wird, soll Fig. 1 veranschaulichen. Die Wärme liefert der Ofen, der in einem Vorzimmer untergebracht ist; die Wand *w* trennt dieses von dem

Versuchsraum. Die im Mantel des Ofens (*o*) aufsteigende heiße Luft gelangt in die aufgemauerte Kammer und von ihr — solange die Klappe *d* die in der Figur gezeichnete Stellung einnimmt — durch die Öffnung *a* in das Versuchszimmer. Steigt die Temperatur in diesem zu hoch, so dreht sich die Klappe um 90° (Stellung *e*), und die heiße Luft entweicht durch die Öffnung *b* in den Schornstein; damit hiernach die Temperatur im Arbeitsraum nicht zu schnell fällt, ist dafür gesorgt, daß die Klappe in der Stellung *e* nicht völlig anschließt und durch Verengung der Öffnung *b* die Zufuhr von heißer Luft ins Arbeitszimmer vermehrt werden kann. Die elektrische Auslösung, welche die Drehung der Klappe veranlaßt, wird durch ein im Wärmezimmer unter der Decke aufgestelltes Thermometer mit beliebig einstellbarem Kontakt besorgt. Ist dieser unterbrochen, so steht die Klappe wie bei *d*; ist die Kette geschlossen, so erfolgt die elektromagnetische Anziehung des Ankers eines im Nebenzimmer aufgestellten Uhrwerks und die Klappe nimmt die Stellung *e* ein. Die Ofentür *k* bleibt ständig geschlossen; die Luftzufuhr erfolgt durch das Rohr *f* bzw. durch die verschließbare Öffnung bei *g*; das Heben und Senken des auf ihr liegenden Deckels wird durch das Metallthermometer *e* bewirkt, das aus der aufgemauerten Luftkammer hervorragt. — Das *Pfeffersche* Zimmer mit konstanter Temperatur wiederholt in großen Ausmessungen einen Thermostaten und gewährt dem Physiologen alle Vorteile eines solchen in der für physiologisches Arbeiten erforderlichen Form: eine große Zahl von Kulturen kann auf Tischen und in Regalen des Zimmers untergebracht werden, und selbst sehr umfangreiche physiologische Apparaturen nimmt das Zimmer ohne Umstände in sich auf. Dazu kommt der Vorzug, daß in verschiedenen Höhen verschiedene Temperaturen herrschen, so daß bei Benutzung der verschiedenen Fächer der Regale verschiedene Temperaturgrade zur Verfügung stehen. Bei der von *Pfeffer* 1895 beschriebenen Einstellung war das Thermometer *e* derart eingestellt, daß die bei *o* ausströmende Luft 90—100° C. warm war; alsdann herrschten am Fußboden des Arbeitszimmers 22,5°, unter der Decke 37°; an dem nämlichen Punkte schwankte die Temperatur unter der Decke und bis zur Kopfhöhe im Laufe des Jahres nur um 0,3° C.; über dem Fußboden sind die Oszillationen allerdings etwas größer.

Was der **Projektionsapparat im botanischen und besonders im pflanzenphysiologischen Unterricht** zu leisten vermag, hat *Pfeffer* (*Jahrbuch f. wiss. Bot.* 35, S. 711) an einer stattlichen Reihe von Beispielen erläutert. Auf dem Wege der Mikroprojektion, d. h. mit starker Vergrößerung, führt *Pfeffer* seinen Hörern die Schwämbewegungen grüner Algen und Flagellaten vor — besonders gut eignet sich *Pandorina morum*; die Erscheinungen der Protoplasmaströmung (*Vallisneria*, *Chara*), die Vorgänge der Plasmolyse, der Galvanotaxis, die Bildung einer Niederschlagsmembran u. a. werden auf dem Projektionswandschirm erläutert. Mit schwacher Vergrößerung gelingt die projektive Demonstration der Reizbewegung von *Mimosa pudica*, der Cynareenstaubfäden u. a. m.; wie *Pfeffer* die Reizbewegung der Ranken — z. B. die von *Passiflora coerulea* oder *Zehneria suaveolens* — demonstrierbar macht, erläutert Fig. 2. In die mit Wasser gefüllte Kuvette *a* wird auf dem gebogenen Zinkblechstreifen *l* ein Gläschen *c* hinabgelassen, in dem sich ein rankentragendes Sproßstück befindet; die Reizung erfolgt mit dem Glasstabe *e*, dessen Ende noch besonders rauh gemacht worden und mit dem die Ranke *d* kräftig zu reiben ist; die Kork-

platte *d* gestattet, den Glasstab hiernach zu fixieren. Hat das Wasser eine Temperatur von 28–30° C., so erfolgt die Krümmung der Ranke so schnell, daß schon bei 20facher Vergrößerung die Bewegung unmittelbar wahrnehmbar ist. — Weiterhin beschreibt *Pfeffer* Vorrichtungen zur Demonstration der Kohlensäureassimilation, der durch Gewebespannung veranlaßten Bewegungen u. a. m. — Für **kinematographische Vorführungen** stellt *Pfeffer* Filmbänder bis 850 Bilder Länge her, die in 1–1½ Minuten vorgeführt werden. Die Bewe-

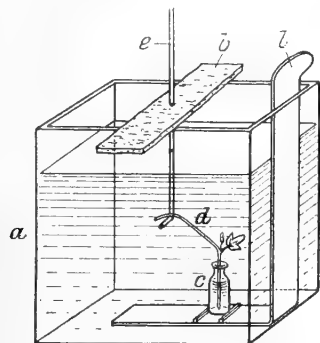


Fig. 2. Herrichtung des Versuchs zur projektiven Demonstration der Bewegung gereizter Ranken; nach Pfeffer.

gungen der Blätter von *Desmodium*, das Wachstum eines *Vicia*-Keimlings, die Nutationen seines Sprosses und seiner Wurzel, geotropische Krümmungsvorgänge spielen sich — da im Laufe einer Stunde nur eine oder doch nur wenige Filmaufnahmen angefertigt werden — mit gewaltig gesteigerter Schnelligkeit vor den Augen der Zuschauer ab.

Bei der Konstruktion seines **heizbaren Objektisches** verfolgte *Pfeffer* das Ziel, für physiologische Beobachtungen eine Vorrichtung zu schaffen, welche — im Gegensatz zu manchen anderen Heizapparaten — die Temperatur des Objektes selbst angibt und diese auf beliebiger Höhe beliebig lange konstant zu halten ge-

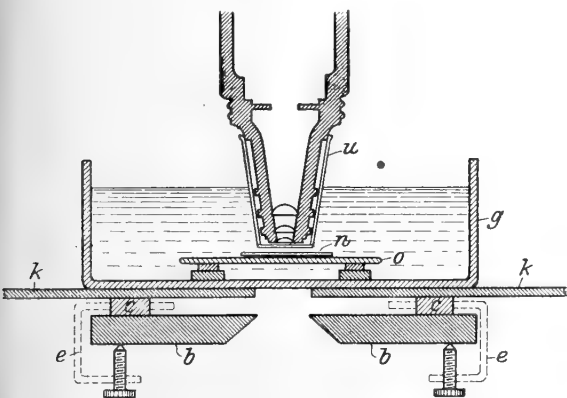


Fig. 3. Heizbarer Objektisch; nach Pfeffer.

stattet. *Pfeffer* erreicht das alles, indem er das Präparat in ein Wasserbassin *g* versenkt (vgl. Fig. 3), das auf der Kupferplatte *K* aufliegt und von diesem seine Wärme empfängt. In das Wasser taucht ein Quecksilberregulator ein, der die Gaszufuhr zu den die Kupferplatte heizenden Flammen regelt — er ist auf der hier wiedergegebenen Figur nicht eingetragen. Zu Beobachtungen mit starken Objektiven nimmt *Pfeffer* vorzugsweise Wasserimmersionen; soll mit Trockensystemen

gearbeitet werden, so bedient man sich der metallenen oder gläsernen Hülle *u*, die an dem Objektiv derart zu befestigen ist, daß ihr aufge kittetes Deckglas *n* der Frontfläche des Objektivs angepreßt liegt. *Pfeffer* hat a. a. O. verschiedene Modifikationen seiner Apparatur beschrieben, welche diese für die verschiedensten Ansprüche geeignet machen. —

Von allen Methoden, die *Pfeffer* dem mikroskopisch arbeitenden Physiologen an die Hand gegeben hat, ist die der **vitalen Färbung der Pflanzenzellen mit Anilinfarben** (*Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen* Bd. 2, 1886–1888, S. 179) die fruchtbarste geworden. Um über die vitale Aufnahme der den Zellen im Experiment gebotenen Stoffe sich zu informieren, hatte man vorher zu Ammoniak und Alkalien oder zu Säuren gegriffen, deren Import nach dem Farbumschlag anthocyanhaltiger Vakuolensäfte beurteilt werden konnte; Agentien der genannten Art wirken aber schädigend auf die Pflanzenzellen, und die mit ihrer Hilfe gewinnbaren Aufschlüsse über die Permeabilität des normalen Plasmas u. a. waren daher anfechtbar. *Pfeffer* lehrte den Gebrauch der Anilinfarben, von welchen viele leicht in die Pflanzenzellen eindringen, ohne sie zu schädigen, und deren Einwanderung selbst dann, wenn sehr stark verdünnte Lösungen verwendet werden, bei mikroskopischer Prüfung der Versuchsobjekte sich leicht wahrnehmbar macht, da manche Farben von den Zellen in erstaunlichen Mengen gespeichert werden. *Pfeffer* zeigte, daß namentlich durch aufgenommenes Methylenblau in den Zellen vieler Objekte eine immer reichlicher sich anhäufende Verbindung entsteht, deren Zustandekommen immer weiteren Farbstoffmengen in die Zellen zu endosmieren gestattet; die zur Speicherung befähigten Zellen nehmen selbst bei Verwendung äußerst schwacher Farbstofflösungen schließlich ganz dunklen Farbenton an. Überträgt man die gefärbten Zellen in reines Wasser, so verbleibt das gespeicherte Methylenblau entweder in den Zellen oder es verläßt diese allmählich, indem die gespeicherte Verbindung zerfällt und der durchgangsfähig gewordene Farbstoff exosmiert; der die Speicherung der letzteren bedingende Stoff bleibt in den Zellen und führt bei erneuter Behandlung mit Farbstofflösung zu erneuter Farbstoffspeicherung. — *Pfeffer* hat den Einfluß verschiedenartiger Faktoren auf die Vitalfärbung und vitale Entfärbung geprüft, hat das unterschiedliche Verhalten verschiedener Farbstoffe beschrieben und vor allem aus der Anhäufung und der Abwanderung von Farbstoffen Schlüsse auf analoge Vorgänge der Zellenernährung gezogen und sie zur Untersuchung der chemischen Reaktion des Zellinhalts benutzt. Küster.

## Adresse der Deutschen Botanischen Gesellschaft zu Pfeffers 50jährigem Doktorjubiläum.

Hochgeehrter Herr Jubilar!

Fast gleichzeitig begehen Sie in schwerer Zeit zwei wichtige Gedenktage, die goldene Jubelfeier Ihrer Promotion und Ihren 70. Geburtstag. Die Deutsche Botanische Gesellschaft, der Sie seit ihrer Begründung als Mitglied angehören, nimmt diese Ihrem Wunsche gemäß auf den heutigen Tag geeinte Doppelfeier zum Anlaß, Ihnen, dem Meister pflanzenphysiologischer Forschung, ihre herzlichsten Glückwünsche, ihre hohe Anerkennung und ihren Dank auszusprechen für alle

die wissenschaftlichen Leistungen, die sich mit Ihrem Namen verknüpfen.

Wahrhaft erstaunlich ist der Umfang Ihres bisherigen Lebenswerkes, ganz außerordentlich ist sein Einfluß auf die Entwicklung unserer Wissenschaft gewesen.

Wir sind dem Gescheiche dankbar, das Sie nach bereits vollendetem chemischen Studium noch der Botanik zugeführt hat. Nachdem Sie mit einer bemerkenswerten floristisch-pflanzengeographischen Erstlingsarbeit, den bryogeographischen Studien aus den rhätischen Alpen, in unserer Wissenschaft Fuß gefaßt hatten, bedurfte es für Sie wohl nicht erst des Einflusses Ihrer Lehrer *Pringsheim* und *Sachs*, hier den Weg zu dem Gebiete zu finden, das Sie nach der Art Ihrer Vorbildung und Ihrer Begabung ganz besonders anlocken mußte. Der Pflanzenphysiologie sind Sie ja auch, abgesehen von zwei viel beachteten morphologischen Untersuchungen über die Entwicklung des Keimes von *Selaginella* und die Blütenentwicklung der *Primulaceen* und *Ampelideen* aus Ihrer Privatdozentenzeit in Marburg, immer treu geblieben.

Von vornherein zogen Sie in gleicher Weise Fragen der chemischen und der physikalischen Physiologie in den Kreis Ihrer Untersuchungen. Besonders weittragende Bedeutung gewannen von Ihren ersten physiologischen Arbeiten, die sämtlich unsere Kenntnisse wesentlich vertieften, vor allem Ihre Studien über die Mechanik der seismonastischen Bewegungen der *Mimosablätter* und der *Cynareenstaubfäden*, der thermo- und photonastischen Bewegungen von Blüten und Blättern. Ihrem Scharfblicke entging es nicht, daß die unerwartet hohen Druckkräfte, die Sie dabei in den Zellen wirksam fanden, mit den damaligen Vorstellungen über den osmotischen Druck nicht in Einklang zu bringen waren. Dieser Schwierigkeiten wurde Ihr Genius Herr durch die „Osmotischen Untersuchungen“, die nicht bloß von uns Botanikern den klassischen Werken der naturwissenschaftlichen Weltliteratur zugerechnet werden. Durch dieses Werk haben Sie Ihren Namen für alle Zeiten denen der besten deutschen Naturforscher eingereiht. Bezeichnend für Ihr technisches Geschick und für die Zähigkeit, die Sie in der Verfolgung gangbar erscheinender Wege stets bewiesen, ist die Tatsache, daß es trotz den Bemühungen gar mancher Forscher erst vor nicht allzu langer Zeit geglückt ist, Ihre für die Entwicklung der Theorie der Lösungen so denkwürdigen Messungen nachzumachen und weiter zu führen.

Die Fülle der Gesichtspunkte, die sich durch diese Studien eröffneten, hat Ihnen später, in Leipzig, noch mehrfach Anregungen zu hervorragenden theoretischen und experimentellen Untersuchungen gegeben, so über die Druck- und Arbeitsleistungen und über die Energetik der Pflanze. Und diese Forschungen wieder dürfen Sie zu wichtigen Überlegungen über das Wesen der Reizvorgänge angeregt haben, die Sie im Anschlusse an Vorstellungen von *Helmholtz* und *J. R. Mayer* in der uns heute geläufig gewordenen Weise als *Auslösungsvorgänge* definieren lehrten.

Aber auch auf allen anderen physiologischen Gebieten, in die Sie mit eigenen Untersuchungen eintraten, war es Ihnen vergönnt, Bahnbrechendes und Grundlegendes zu leisten: Als Ordinarius in Tübingen schenken Sie unserer Wissenschaft Ihre meisterhaften Arbeiten über die lokomotorischen Richtungsbewegungen durch chemische Reize, über die Reizbarkeit der

Ranken und über die Aufnahme von Anilinfarben in die lebende Zelle. Dort gelang es Ihnen ferner, in überaus einleuchtender, auch von der Tierphysiologie anerkannter Weise, von einem Studium der intramolekularen Atmung ausgehend, den Chemismus der Sauerstoffatmung in seinen Hauptzügen aufzuklären.

Auch die Kenntnis der nyktinastischen Bewegungen der Blattorgane haben Sie in einer Reihe glänzender experimenteller Arbeiten wesentlich zu vertiefen vermocht.

Weiter aber haben Sie in Ihrem monumentalen Handbuche der Pflanzenphysiologie alle Probleme des Stoff- und Kraftwechsels der Pflanzen — in der zweiten Auflage unter Bewältigung der inzwischen ins Riesenhafte angeschwollenen Literatur, eine beinahe übermenschliche Arbeitsleistung — von umfassendsten Gesichtspunkten nach dem Stande der Forschung behandelt und damit ein Lehrbuch und Nachschlagewerk ohnegleichen geschaffen, dessen Einfluß auf die Pflanzen- und Tierphysiologie von Jahr zu Jahr immer gewaltiger geworden ist.

Neben alledem war es Ihnen immer, in Tübingen wie in Leipzig, eine Freude, Schule im größten Stile zu machen, indem Sie eine überaus große Zahl von Schülern in die pflanzenphysiologischen Forschungsmethoden eingeführt und viele wertvolle, zum Teil ebenfalls bahnbrechende Untersuchungen aus allen Gebieten der Physiologie angeregt haben, wovon vor allem die von Ihnen herausgegebenen Untersuchungen aus dem botanischen Institute Tübingen, die seit 1894 von Ihnen mitredigierten Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik und die Berichte der kgl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig Kunde geben.

In gleicher Weise hebt die Gesellschaft dankbar hervor, wie Großes Sie für die Ausgestaltung des ständig an Wichtigkeit zunehmenden neuzeitlichen pflanzenphysiologischen Unterrichtes geleistet haben. In Tübingen und in Leipzig schufen Sie, immer mit sehr einfachen Mitteln, sich und Ihrem Schülerkreise brauchbare, in mancher Hinsicht vorbildliche physiologische Laboratorien. Ihr rastloser Erfindergeist trieb Sie dazu, überaus zahlreiche, ebenso einfache wie sinnreiche Vorlesungsversuche auszuarbeiten, ohne die wir uns einen modernen pflanzenphysiologischen Unterricht kaum mehr vorstellen können, und eine Reihe technischer Hilfsmittel für pflanzenphysiologische Experimente auszudenken, die heute zum Gemeingut der Forschung geworden sind.

So ist Ihnen das durch erstaunlichen, eisernen Fleiß verdiente Glück zuteil geworden, überall die Saat fruchtbar aufgehen zu sehen, die Sie gesät. Die Deutsche Botanische Gesellschaft aber ist wahrhaft stolz darauf, einen Forscher von solcher Bedeutung in ihren Reihen zu wissen.

In Rüstigkeit und Frische ist es Ihnen vergönnt, das Doppelfest zu feiern, in einer ernsten Zeit, da deutsches Wesen und deutsche Kultur, für deren Vertiefung und Verbreitung Sie so viel geleistet haben, schwer bedrängt und gefährdet sind. Möchten Sie Ihre Arbeitskraft nach einem ehrenvollen Friedensschlusse in ruhigeren und weniger sorgenschweren Zeiten noch viele Jahre in voller Gesundheit mit gleichem Erfolge wie bisher in den Dienst der Wissenschaft stellen können! Auch in diesem Sinne spricht Ihnen die Deutsche Botanische Gesellschaft heute ihre herzlichsten Glückwünsche aus.

Berlin, den 10. Februar 1915.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner, und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY  
RECEIVED  
MAY 19 1915  
U. S. Department of Agriculture

Heft 11.

12. März 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Der Monismus. Von *Prof. Dr. Richard Herbertz, Bern.* S. 141.

Über die Frequenz der Nachstöße starker Beben.  
Von *Dr. E. Tams, Hamburg.* S. 145.

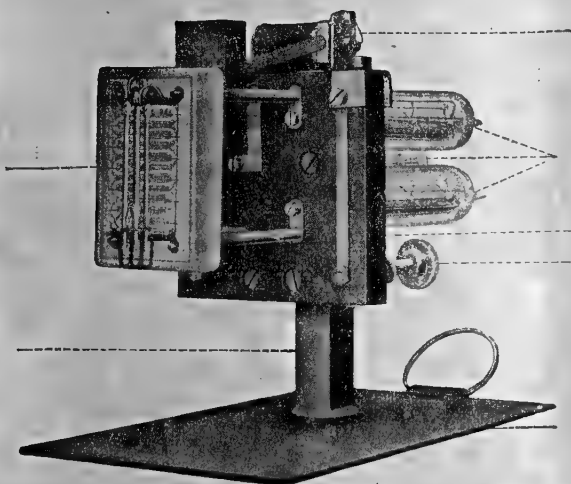
Astronomische Mitteilungen. S. 150.

Kleine Mitteilungen. S. 150.

## Allgemeine Elektrizitäts- Gesellschaft

Abt. Nernstlampen

Abt. Nernstlampen



Neue  
Preisliste  
für  
Projektions-  
Lampen

erschienen.



## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Monographien aus dem Gesamtgebiete der Neurologie und Psychiatrie

Herausgegeben von

A. Alzheimer-Breslau und M. Lewandowsky-Berlin

Soeben erschien:

Heft 10:

## Die Gemeingefährlichkeit in psychiatrischer, juristischer und soziologischer Beziehung

Von

Dr. jur. et med. M. H. Göring

Privatdozent für Psychiatrie, Assistenzarzt an der Klinik für psychische und nervöse Krankheiten zu Gießen

Preis M. 7.—

Vorzugspreis für die Abonnenten der Zeitschrift für d. ges. Neurol. u. Psych. M. 5.60

Vor kurzem erschien:

Heft 9:

## Selbstbewußtsein und Persönlichkeitsbewußtsein Eine psychopathologische Studie

Von

Dr. Paul Schilder

Assistent an der psychiatrischen und Nervenklinik der Universität Leipzig

Preis M. 14.—

Vorzugspreis für die Abonnenten der Zeitschrift für d. ges. Neurol. u. Psych. M. 11.20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

12. März 1915.

Heft 11.

## Der Monismus<sup>1)</sup>.

Von Prof. Dr. Richard Herberz, Bern.

Wilhelm Ostwald meint, daß die Eignung zu ästhetischen Zwecken das Kriterium der Wissenschaft sei. Diese Meinung ist so einseitig und in ihrer Einseitigkeit fehlerhaft, wie die ganze energetische Weltanschauung Ostwalds. Richtig jedoch ist, daß der Philosophiehistoriker besondere Antriebe und — bei vertiefter Auffassung des Wesens und der Ziele seiner Wissenschaft — auch besondere Möglichkeiten zum Prophezeien besitzt. Erdmann sagt: „Die Philosophie wäre niemals gewesen, was sie sein soll, wenn sie lediglich repräsentativ wäre, wenn sie nicht vielmehr im Geiste ihrer Großen Einsichten und Werte erzeugen könnte, für die erst künftige Geschlechter reif werden, wenn sie nicht auch Gedanken zu entwickeln vermöchte, deren gestaltende Ideen in immer neuen Modifikationen für alle Zeiten zu gelten bestimmt sind.“ Was in der Gegenwart für die Zukunft reift, was an Ewigkeitswerten sich aus ihrem geistigen Gehalt heraus entwickelt, das kann, das soll der Philosophiehistoriker „prophezeien“. Seine Prophezeiungen sind dann keine haltlosen Spielereien mit unbegrenzten Möglichkeiten, sondern besondere Ausdrücke für die allgemeine Tatsache, daß die Geschichte der Philosophie die Philosophie der Geschichte ist. Die große und schwere Zeit, die wir durchleben, führt uns in starke Versuchung zu Prophezeiungen anderer Art, Prophezeiungen, die bedenklich und verwerflich sind: Vorherbestimmungen des Laufes der Geschichte, des Aussehens der Landkarte Europas nach Friedensschluß u. dgl. Auch Philosophen sind leider dieser Versuchung erlegen. Das Fehlerhafte ihres Verhaltens werden sie erkennen, wenn sie Erdmanns Worte beherzigen: „Wir können die Seele einer Zeit mit vollem Verständnis nur erfassen, wenn diese hinter uns liegt, wenn wir ihren wesentlichen Gehalt an ihrem abgeschlossenen Bestande zu messen vermögen. Dann erst gewinnen wir die Distanz, die deutliches Sehen ermöglicht.“ Den gewaltigen äußeren Ereignissen und inneren Erlebnissen unserer Tage gegenüber haben wir noch nicht diese Distanz. Wir können hier noch nicht „objektiv“ sein. Gottlob, daß wir es noch nicht können. Wir brächten uns sonst um das Beste: das freudige, vorbehaltlose Sichhingeben unseres ganzen Außenmenschen und Innenmenschen an die Größe der Stunde. Ganz anders verhält es sich mit der unmittelbar

hinter uns liegenden Friedenszeit. Zeitlich ist sie uns noch nah, innerlich fast unbegreiflich fern! Wir können mit Hegels Worten reden: Unserer Zeit hat der Weltgeist das Kommandowort zum Avancieren gegeben. Und mit Riesenschritten ist der Zeitgeist vorwärts geschritten: „Dieses Wesen schreitet wie eine gepanzerte, fest geschlossene Phalanx unwiderstehlich vorwärts, durch dick und dünn.“

So haben wir zu der Zeit, die Erdmann eine Übergangsperiode nannte, eine Periode der Dekadenz und des Epigonentums, und zugleich eines aufsteigenden, Neues suchenden und alles wirklich oder scheinbar Neue rasch ergreifenden Lebens — so haben wir zu jenen Januartagen des Jahres 1914, da der Berliner Philosoph sich an seine jungen Kommilitonen wandte, die festlich gestimmt ihm lauschten —, unerwartet schnell „Distanz“ gewonnen! Schon liegt die Seele dieser Zeit hinter uns, so daß wir sie erfassen und werten können. Über die prophetischen Worte, die unser Philosoph in jenen Tagen, aus tiefster Erfassung und Bewertung der Geschichte und des Zeitgeistes, von hoher Warte aussprach — heute bereits, also früher als wir je hätten ahnen können, vermögen wir über sie „objektiv“ zu urteilen. Benno Erdmanns Voraussetzungen haben sich glänzend bestätigt: „Nur zeitweilig können sich die sozialen Beziehungen, in die wir hineingeboren werden, im Kampf des Lebens so lockern und lösen, wie es gegenwärtig der Fall ist. Wird ihre verbindende Kraft aufs neue anerkannt, so wird ein lebensfreudiges und lebensstarkes soziales Pflichtbewußtsein wiedererstehen und zu rechter, in einheitlicher Weltauffassung fest verankerter Lebenswertung führen. Möge es erwachen, ohne daß notwendig wird, seiner sicheren Neubelebung blutige Opfer darzubringen.“ Die blutigen Opfer, die Erdmann — vielleicht in banger Ahnung — seinem Vaterlande erspart wünschte, sie sind unvermeidlich gewesen. Einen hohen Preis fordert das Schicksal für unsere äußere und innere Erstarkung und Festigung. Aber herrlich ist das, was wir um diesen Preis erkaufen. Der Philosoph sieht dieses Starke und Feste, für das wir jetzt mit unserm Blute zahlen, im Pflichtbewußtsein, im Gewissen, in der sittlichen Kraft, die gestählt ist für alle Konflikte des Lebens, in der bedingungslosen Herrschaft des höchsten kategorischen Imperativs der ethischen Persönlichkeit: Sei Dir selbst getreu! „Dann wird aus Ihnen das Geschlecht erwachsen“ — so klingt es prophetisch —, „das Geschlecht, das unser Vaterland in hellen wie in trüben Tagen braucht, das unserem Kaiser und König die starke Macht

<sup>1)</sup> Im Anschluß an: „Über den modernen Monismus“. Akademische Festrede von Benno Erdmann. Berlin, Gebr. Paetel, 1914. VII, 53 S. Preis M. 1,20.

für den Friedenswillen sichert, in dessen Schutz wir leben.“ Dieses starke Geschlecht ist heute erwachsen und schnell gereift durch die Größe der Stunde. Heute setzt es Leib und Leben ein, um einen Frieden für unser Vaterland zu erstreiten, der die Bürgschaft in sich trägt, daß wir *dauernd* ungestört unsern großen Kulturaufgaben uns hingeben können. Welches werden diese Aufgaben sein? Wie sie speziell dem *Philosophen* heute erscheinen müssen und was anderseits der Philosoph als hinter uns liegend, als überwunden ansehen muß, wenn er den Aufgaben seiner Zeit auf philosophischem Gebiet gerecht werden will, das ist nirgends besser zum Ausdruck gebracht worden, als in *Erdmanns* Rede.

Sagen wir es frei heraus: der Monismus kann nicht die Grundlage abgeben für die Weltanschauung, der wir zustreben. Seine Einseitigkeit vermag nicht dem „ursprünglichen Doppelsinn des Erfahrungsbestandes“ gerecht zu werden. *Erdmann* beweist dies zunächst historisch, indem er diejenige Form des Monismus, die heute bereits eine philosophiegeschichtliche Betrachtung zuläßt — den materialistischen Monismus *Haeckelscher* Herkunft — in ihrer geschichtlichen Entwicklung uns in gedrängtem aber klarem Überblick vor Augen führt. Wir erkennen, daß diese Entwicklung den Keim der Selbstzersetzung zur Reife bringt, der von vornherein im materialistischen Monismus ruhte. Denn jede Weltanschauung, die unbekümmert um die sachlichen Voraussetzungen unseres Erkennens, ihr Gebäude zu errichten trachtet, die also erkenntnistheoretisch nicht gefestigt ist, muß früher oder später zusammenstürzen. Der in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts aufstrebende und auch heute noch — namentlich in naturwissenschaftlichen Kreisen — keineswegs erloschene materialistische Monismus ist aber erkenntnistheoretisch schlecht oder gar nicht geschult. *Hume* und *Kant* haben für ihn vergebens gearbeitet. Er setzt an die Stelle besonnener erkenntnistheoretischer Erwägungen unbesonnene Hypothesen und unbegründete Behauptungen. *Erdmann* hat — trotz *Ostwalds* Widerspruch hiergegen — völlig recht, wenn er einen Unterschied, ja einen Gegensatz findet zwischen „der besonnenen Zurückhaltung *Darwins* und dem *Haeckel* sowie ihm (*Ostwald*) selbst eigenen ungezügelter Hypothesendrang“. Wo ist *Haeckel* und der gesamte materialistische Monismus erkenntnistheoretisch unbesonnen? Wo behauptet er, ohne zu beweisen? Antwort: In der Frage nach dem Verhältnis des Psychischen zum Physischen. *Erdmann* gibt (in der Fußnote zu S. 14) einige Beispiele von Äußerungen *Haeckels*, die die hoffnungslose Verworrenheit in Begriff und Wort zeigen, die eintritt, sobald der materialistische Monist über das Leib-Seele-Problem von seinem Standpunkte aus redet, d. h. von dem Standpunkte aus, daß „alle Erscheinungen *ohne Ausnahme* (also auch die sogenannten seelischen) auf Mechanik der Atome zurückzuführen seien“. Zurückzuführen! Darin liegt's! Dieses Wort ist

von proteusartiger Vieldeutigkeit. Das zeigen der „phänomenologische“ Materialismus (das Geistige ist eine Erscheinungsform des Körperlichen), der „funktionale“ Materialismus (das Geistige ist eine Funktion des Körperlichen), und andere Materialismuskategorien. Klarheit herrscht nur da, wo man unerschrocken die *Identität* des Geistigen und des Körperlichen behauptet. Da ist das Problem des Verhältnisses zwischen Psychischem und Physischem auf die denkbar einfachste Weise „gelöst“. Vielmehr: man durchhaut den Knoten statt ihn zu lösen! Der Gedanke ist (nicht abhängig, nicht eine „Funktion“, „Erscheinungsweise“ oder dgl., sondern schlechterdings) *identisch* mit der Großhirnrinden-Ganglien-Schwüfung. Es ist absolut unbestreitbar, daß sich bei *Haeckel* Stellen finden, die, wenn man sich an den Buchstaben hält, gar nicht anders als im Sinne dieser Identitätstheorie gedeutet werden können.

Der Anlaß, dem ich das Glück meiner Bekanntschaft mit *Benno Erdmann* verdanke, bleibt mir unvergeßlich. Es war vor langen Jahren. Ich war noch Anfänger in der wissenschaftlich-philosophischen Arbeit. Ich las *Haeckels* natürliche Schöpfungsgeschichte. Ich las jene Stellen, die für die Identitätstheorie sprechen. Ich traute meinen Augen kaum und wandte mich — zunächst schriftlich — hilfesuchend an *Erdmann*. Dieser klärte mich dahin auf, daß manche, vielleicht alle jene Stellen eine andere Auffassung als die der Identitätstheorie wenigstens *zulassen*. Nämlich die Auffassung, daß *Haeckel* der erkenntnistheoretischen Seite des Leib-Seele-Problems völlig kritiklos und naiv gegenüberstehe und infolgedessen von Identität rede, wo er ganz etwas anderes meine. In der Tat: ich glaube auch heute noch, wir müssen *Haeckel* und die materialistischen Monisten hier besser verstehen, als sie sich selbst verstanden haben. Die Identitätstheorie kann nicht ihre eigentliche Überzeugung sein, nicht das, was sie eigentlich meinen und zum Ausdruck bringen wollen. Denn es gilt auch für diese Theorie das Wort, das einst *Schopenhauer* über den von ihm so genannten „theoretischen Egoismus“ ausgesprochen hat: „Als ernstliche Überzeugung könnte sie allein im Tollhause gefunden werden: als solche bedürfte es dann gegen sie nicht sowohl eines Beweises als einer Kur.“ Ich sagte eben: Klarheit herrscht nur da, wo man unerschrocken die *Identität* des Geistigen und des Körperlichen behauptet. In der Tat, der Satz: Diese bestimmte Vorstellung und dieser bestimmte Umlagerungsprozeß der Großhirnrinden-Neuronen sind identisch, Vorstellung und Umlagerungsprozeß sind nur verschiedene Worte für dieselbe Sache — dieser Satz ist klar, aber er ist — Blödsinn! Gegen ihn gibt es keinen Gegenbeweis, sondern nur eine Kur! Aber die Materialisten meinen so etwas auch gar nicht! Sie wollen nicht gegen das Identitätsgesetz der Logik, nicht gegen die Wirklichkeit von Bewußtseinserlebnissen angehen. Sie wollen vielmehr sagen: in dem psycho-physischen Abhängigkeitsverhältnis ist die physische Variable

durchaus als die Unabhängige aufzufassen. Das Psychische ist von ihr durchaus und in jeder Hinsicht — nach Wirklichkeit, Wirksamkeit und „Wesen“ — abhängig. Ich vernichte die Sphäre dieser Großhirnrinde — das Individuum hat keine Gesichtswahrnehmungen mehr. Die Wirklichkeit seines Sehens ist schlechterdings aufgehoben, die psychischen Kausalzusammenhänge sind hier durchschnitten. Nicht nur die Erscheinung, sondern auch das „Wesen“ ist aufgehoben. Ich vernichteden ganzen Körper dieses Individuums: la mort sans phrase! Nicht nur das psychische Individuum ist aufgehoben, sondern das ganze seelische Wesen, die ganze seelische Wirklichkeit und Wirksamkeit, die sicher vorher vorhanden waren, sind jetzt aufgehoben. Keine psychische Valenzen, keine psychischen „Kräfte“, „Energien“ oder dergleichen bleiben erhalten. Keine Unsterblichkeit, auch nicht im Sinne des Erhaltungssatzes. Die physikalischen Erhaltungssätze haben keine Analoga auf psychischem Gebiete.

Das ist, wie mir scheint, das „Weltanschauliche“, das in jenen, scheinbar die „Identitätstheorie“ aussprechenden Wendungen von *Haeckel* und Genossen zum Ausdruck kommen soll. Man versteht, wie es als „Weltanschauung des Naturforschers“ sich gebärden kann. Es gibt eine Psychologie, denn es gibt Bewußtseinserlebnisse. Nur Narren könnten das leugnen. Aber diese Psychologie ist Naturwissenschaft nach Gegenstand und nach Methode. Das Bewußtsein ist ein „Naturwirkliches“ genau so wie die Körperwelt. Es ist Erfahrungswirkliches. Es ist dies, weil und insoweit jener Abhängigkeitszusammenhang besteht, in dem das Physische die unabhängige Variable ist. Wir können psychische Tatsachen „erklären“ in genau dem und nur in dem Sinne, in dem wir körperliche Tatsachen erklären können. D. h., wir können ihre kausalen Gesetzmäßigkeiten ermitteln. Auch ein Verstehen des Psychischen, das tiefer in das Wesen der Seele dringe als unser naturwissenschaftliches Verstehen in das Wesen der Körperwelt dringt, gibt es nicht, kann es nicht geben. Wenigstens nicht für die mit dem Anspruch auf Allgemeingültigkeit urteilende Wissenschaft. Das nur subjektive Verstehen, als Ergebnis von „Versenkungen in sich selbst“ und von „Einfühlungen in fremde Seelen“ überlassen wir den Romanschriftstellern. Ich weiß, daß sehr viele Naturwissenschaftler — und nicht nur Naturwissenschaftler —, die den Unsinn der Identitätstheorie weit von sich abweisen würden, mit einem so rein naturwissenschaftlich verstandenen materialistischen Monismus sich durchaus einverstanden erklären würden. Ich weiß aber auch, daß sich anderseits schwere erkenntnistheoretische Bedenken gegen diese Art des Monismus vorbringen lassen. *Haeckel* hätte hier in sorgfältiger Untersuchung durch Argument und Gegenargument hindurchgehen müssen. Daß er und die materialistischen Monisten dies nicht getan haben, kennzeichnet ihre erkenntnistheoretische Unbesonnenheit. Sie dürfen sich daher nicht beklagen, wenn viele ihrer

Gegner sich streng an ihre Worte halten und ihnen den Unsinn der Identitätstheorie in die Schuhe schieben. Denn für die erkenntnistheoretische Ansicht, die aus diesen Monisten der wohlwollende Interpret herauslesen kann, der den materialistischen Monismus besser zu verstehen sucht, als dieser sich selbst verstanden hat, ist von den Monisten selbst auch nicht der Schatten einer zureichenden Begründung beigebracht worden.

Sehen wir zu, wie es nach dieser Richtung hin mit dem *energetischen* Monismus unserer Tage steht. „Der Monismus, so hören wir jetzt, ist kein System, sondern eine *Methode*, die eine Methode des naturwissenschaftlichen Denkens, und damit die Methode des wissenschaftlichen Denkens überhaupt, der ‚kritischen Zusammenfassung aller Erfahrungen der gesamten Menschheit‘. Der Ausdruck ‚Naturwissenschaft‘ wird zu einem Pleonasmus; denn da es außer der Natur überhaupt nichts gibt, so kann es, wird uns gesagt, ja außer den Naturwissenschaften keine anderen Wissenschaften geben!“ (S. 25). Ein solches Sichberufen auf die Methode ist heutzutage in der Philosophie vielfach üblich. Wir kennen es z. B. auch von den Pragmatisten her. Nach diesen ist der Pragmatismus keine Weltanschauung, sondern eine Methode, ja noch nicht einmal eine solche, vielmehr nur eine bestimmte „Verhaltensweise“, eine bestimmte „Einstellung“ den Tatsachen gegenüber. In der Tat: es ist eine große Sache um die Methode. Weltanschauung und Methode stehen in einem sehr engen inneren Zusammenhang. Mit Recht sagt z. B. *Windelband* von der Philosophie *Spinozas*, daß sie der zu einer Weltanschauung erweiterte *mos geometricus* sei. Das Sichberufen auf die Methode darf aber nicht zu einer bloßen Ausflucht werden. Das ist es aber bei den Energetikern wie bei den Pragmatisten. Jede Wissenschaft ist in gleicher Weise gekennzeichnet durch die Gegenstände wie durch die Methoden, deren sie sich bedient, um über diese Gegenstände zu allgemeingültigen Urteilen zu gelangen. Gegenstand und Methode fordern und bedingen einander. Das gilt wie für die Einzelwissenschaften so auch für die Philosophie. Das Wirkliche in seiner Gesamtheit ist ein Gegenstand, der so beschaffen ist, daß er eine bestimmte Methode — monistische, dualistische usw. — *fordert*. Der wissenschaftlichen Gesamtaufassung des Wirklichen, der Philosophie, ist also durch das Wirkliche selbst vorgeschrieben, ob sie nach monistischer oder dualistischer Methode vorgehen muß. Der Streit hierüber macht das Leben der Philosophie aus. Man schneidet die Philosophie von einem ihrer Grundprobleme ab, wenn man hier das Methodenproblem zu isolieren sucht und etwa sagt: Einheitsbedürfnis unseres Geistes, Denkökonomie, Sparsamkeitsprinzip oder dgl. fordern, daß wir der monistischen Methode den Vorzug geben. Alle Forderungen und Bedürfnisse unseres Geistes, alle Sparsamkeits- und sonstigen Prinzipien sind für den nach der Methode suchenden Philosophen völlig bedeutungslos, solange das Wirkliche selbst eine diesen Forderungen

gen, Prinzipien und Bedürfnissen widersprechende Sprache redet. Die energetischen Monisten müssen also zunächst eine beweiskräftige erkenntnistheoretische Widerlegung der (Erdmannschen) These vom ursprünglichen Doppelsinn des Erfahrungsbestandes geben — eine Widerlegung, die ihre Argumente aus dem Wirklichen selbst schöpft —, ehe sie sich auf ihre Methode — als vom Wirklichen selbst so und nicht anders gefordert — berufen dürfen.

Was den Vorwurf erkenntnistheoretischer Unbesonnenheit angeht, so ist die Lage der energetischen Monisten hier besser, als die der materialistischen Monisten. Sie sagen: Es gibt nichts Wirkliches außer dem *Naturwirklichen*. Also ist alle Wirklichkeitsauffassung (Philosophie) *Naturauffassung*. Die bisher herrschende *Naturauffassung* war die mechanistische. Diese aber ist in erkenntnistheoretischer Beziehung *mindestens* eben so großen Bedenken ausgesetzt, wie die energetische. Beruht sie doch auf einer völlig willkürlichen Hypothese. Die Willkür liegt in folgendem: Von den drei Faktoren Kraft, Masse und Beschleunigung, die die bekannte Newtonsche Definitionsgleichung zusammenstellt, ist mir nur die Beschleunigung in der Erfahrung unmittelbar gegeben. Ich weiß durch Beobachtung nur, daß in der Natur die Körper Veränderungen ihres Bewegungszustandes erleiden. Die beiden anderen Faktoren: Kraft und Masse, sind durch Schlüsse gewonnen, die grundsätzlich gleichwertig und gleichgeordnet sind. Denn in der Definitionsgleichung  $k = m \cdot b$  kann ich ebenso gut aus  $k$  und  $b$  den Begriff und Größenwert von  $m$  bestimmen, wie aus  $m$  und  $b$  den Begriff und Größenwert von  $k$ . Daß die mechanistische *Naturauffassung* gerade den zweiten von diesen beiden möglichen Wegen wählt, ist bloße Willkür. Der erste Weg ist an sich ebenso berechtigt. Geschichtliche und sachliche Gründe sprechen aber dafür, ihn sogar zu bevorzugen. Es sind dies die Gründe, die *Ostwald* in seinen umfangreichen Büchern zur Begründung der „energetischen Weltanschauung“ ausführlich und breit entwickelt hat. Jener erste Weg ist eben der, welcher zuletzt zur Energetik führt. Die Masse wird zu etwas Sekundärem, zur „kondensierten Energie“ und von ihrer „Dissoziation“ rühren die beschleunigenden Kräfte im Weltall her. Soweit der energetische Monist. Wir wollen einmal annehmen, daß seine Lehre in der Tat im Vergleich zum Mechanismus die zweckmäßigere naturwissenschaftliche Arbeitshypothese sei. Dann bleibt die Frage: kann uns dies zugunsten des Monismus entscheiden? Sind Monismus und Dualismus nichts mehr als Modelle für eine einheitliche Beschreibung und Erklärung der naturwissenschaftlichen Erfahrungstatsachen? Der energetische Monist beantwortet — entsprechend seiner oben zitierten Auffassung vom Wesen der Wissenschaft — diese Frage mit ja. Folgerichtigerweise! Denn ihm sind ja Wissenschaft und Naturwissenschaft, Weltauffassung und *Naturauffassung* einander gleich. Um diese Gleichung

zustande zu bringen, müssen die Kulturwissenschaften zu Naturwissenschaften umgebogen, muß die Welt zur Natur verengt werden. Wir wissen, mit welchen Grausamkeiten dieser Versuch, Wesensverschiedenheiten wesensgleich zu machen, arbeiten muß. Die Wesensverschiedenheit der Kulturwissenschaften ergibt sich aus einer richtigen Erfassung des Wertproblems. *Ostwald* hat ein dickes Buch über die „Philosophie der Werte“ geschrieben, geht aber an dem tatsächlichen, erkenntnistheoretischen Wertproblem völlig vorbei. Dies Problem ist das Problem der Begründung der normativen Wissenschaften. Es fragt: In welchem Sinne und mit welchem Rechte nehmen wir eine teleologische (Zweck- und Ziel-) Beziehung des Erkennens und Wollens zu seinen Gegenständen an? Ohne diese Frage irgendwie befriedigend zu beantworten, macht sich *Ostwald* an eine zwangsweise naturwissenschaftlich-energetische „Begründung“ und an einen entsprechend gewaltsamen „Aufbau“ der Wertwissenschaften. *Erdmann* führt Beispiele dieser Gewaltsamkeiten an. Er redet seine Hörer an: „Sie werden mit Naturforschern, die so durchaus nur mit einem Auge sehen können, daß sie die Philologie und die vergleichende Sprachwissenschaft als einen Teil der Physiologie ausgeben und den Aufgaben der Geschichtsforschung nicht minder verständnislos gegenüberstehen, nicht rechten wollen.“ Das ist so zurückhaltend und maßvoll gesprochen, wie es dem Lebensalter und der Mentalität *Erdmanns* entspricht. Man wird es dem jüngeren und temperamentvolleren Beurteiler verzeihen, wenn er die ebenso hässlichen wie törichten Verunglimpfungen, die *Ostwald* an vielen Stellen seiner Schriften gegenüber Philologie, Geschichtswissenschaft usw. sich erlaubt, in einer weniger milden Form zurückweist und sie als Hanswurstiaden bezeichnet, durch die *Ostwald* das Recht verspielt hat, auf diesen Gebieten noch wissenschaftlich ernst genommen zu werden. „Man erwarte nur nicht, daß ich mit Achtung von Leuten spreche, die die Philosophie in Verachtung gebracht haben“, sagt *Schopenhauer*, und — auf einen großen Klotz gehört ein grober Keil!

Die eigene Weltanschauung, die *Erdmann* den monistisch begründeten Philosophien gegenüberstellt, hat als leitende Idee den Phänomenalismus, d. h. die aus Geschichte und Systematik der Erkenntnistheorie sich ihm ergebende Überzeugung, daß unserem Erkennen durch sein eigenes Wesen unübersteigbare Grenzen gezogen sind. Durch diese Einsicht wird jeder Versuch einer Wirklichkeitserkenntnis auf eine Untersuchung der Erkenntnisbedingungen des erkennenden Subjektes als unerläßlichen Ausgangspunkt hingewiesen. Diese Untersuchung führt uns aber zu jener grundlegenden Erkenntnis vom ursprünglichen „Doppelsinn des Erfahrungsbestandes“, die jede monistische Philosophie (auch dann, wenn dieser Monismus nur in der Methode zum Ausdruck kommen soll) von vornherein als Einseitigkeit



erscheinen läßt. „Denn der sinnlichen Wahrnehmung, in der uns die phänomenale Außenwelt unmittelbar gegeben wird, entspricht eine Selbstwahrnehmung, die uns ebenso unmittelbar — nicht weniger und nicht mehr — die Phänomene unserer Innenwelt offenbart. Niemals kann es gelingen, die eine dieser Welten auf die andere zurückzuführen. . . .“

Die erkenntnistheoretischen Erwägungen, die Erdmann gegen den Monismus vorbringt, sind m. E. an sich durchaus schlüssig. Von meinem Standpunkt aus möchte ich jedoch im Anschluß an die phänomenalistische Grundthese, auf die Erdmann diese seine Erwägungen stützt, folgendes bemerken: Phänomenalismus und Kritizismus würden nur dann völlig zusammenfallen, wenn die Sätze: „Unser Erkennen geht nur auf Erscheinungen und nicht auf Dinge an sich“ und: „Unser Erkennen ist durch sein eigenes Wesen begrenzt“ gleichbedeutend wären. Das sind sie aber nicht. Man kann den zweiten Satz zugeben und den ersten leugnen. Wobei dann allerdings die Transzendenz jener „Dinge an sich“, die trotz ihrer Transzendenz erkennbar sein sollen, nicht als eine Metatranszendenz, sondern als eine Bewußtseins-transzendenz angesehen werden muß. D. h. es handelt sich nicht um das von der Metaphysik angenommene, nach irgendwelchen, schwer zu fassenden Analogien mit dem Kraftbegriff gedachte, dynamische Transzendente, das dem Wirklichen, als in ihm wirksam werdend zugrunde liegen soll, sondern um die nur dem *Bewußtsein gegenüber transzendenten* — also nicht im Sinne des Idealismus mit den *Vorstellungsinhalten* zu identifizierenden — intentionalen *Gegenstände* des Vorstellens. Dies sind, nach meiner Überzeugung, die real wirklichen Gegenstände. Es ist unstatthaft, eine Welt der Phänomene zwischen das Bewußtsein und den realen Gegenstand zu schieben. Der Sinn der „Intentionalität“ ist der, daß das Bewußtsein unmittelbar an den realen Gegenstand herangelangen kann, ohne ihn dadurch zum bewußtseinsimmanenten Gegenstand, d. h. zum Inhalt zu machen. Diese kritisch-realistischen Überzeugungen ergaben sich mir aus einer Untersuchung der Frage, in welchem Sinne das „unmittelbare Gegebensein“ zu verstehen ist, in dem die Außenwelt den äußeren Sinnen, die Innenwelt dem inneren Sinne „gegeben“ sein soll. Idealismus, Empirismus und Psychologismus stehen noch heute vielfach in dem Bündnis, das bis zu den Tagen Lockes zurückreicht. Dies Bündnis führt zu der Behauptung, daß die „erfahrungsmäßig gegebene Wirklichkeit“ identisch mit der bewußtseinsimmanenten Wirklichkeit oder doch mit einer von den Bewußtseinsfunktionen irgendwie „abhängigen“ Wirklichkeit sei. Daß aus diesem Dreibund zum mindesten der Empirismus ausscheiden muß, scheint mir durch die mannigfachen Bestrebungen sachlich sichergestellt, die in der Gegenwart oder in der unmittelbar hinter uns liegenden Vergangenheit darauf ausgehen und gingen, eine „reine“ Erfah-

rung in irgendeinem Sinne der Bewußtseinserfahrung gegenüber sicherzustellen. Dadurch aber gewinnt auch das „unmittelbare Gegebensein“, welches wir von Außenwelt und Innenwelt — als „reine“ Empiristen — behaupten, einen anderen Sinn. Nur der Realismus kann diesen Sinn richtig deuten. Zu zeigen, auf welcher Grundlage dies neue Bündnis zwischen kritischem Realismus und Empirismus ausgestaltet werden muß — kann und darf hier nicht mehr meine Aufgabe sein.

## Über die Frequenz der Nachstöße starker Beben.

Von Dr. E. Tams, Hamburg.

Es liegt in der Natur der Vorgänge, welche Erdbeben herbeiführen, daß sie zwar plötzlich zur Auslösung gelangen und in einer einzelnen Erschütterung nur eine Zeit von wenigen Minuten oder Sekunden wirksam sind, daß sie sich aber nach dem Hauptstoß in größeren oder kleineren Zwischenräumen mit durchweg abnehmender Frequenz und Intensität wiederholen. Es handelt sich eben, allgemein gesprochen, mögen nun tektonische, vulkanische oder Einsturzvorgänge oder irgendwelche Kombinationen derselben in Betracht kommen, stets um Massenverlagerungen in der Erdkruste, die durch Störung eines bis dahin vorhandenen Gleichgewichts eingeleitet werden und andauern, bis ein neuer stabiler Zustand erreicht worden ist. Bei der Mannigfaltigkeit der letzthin hierbei im Spiele befindlichen physikalischen und chemischen Ursachen und der Inhomogenität des Erdmaterials wird aber dieser Prozeß sich im einzelnen nur ruckweise, also *unstetig* und mit bemerkenswerten Schwankungen in der Frequenz und Intensität vollziehen, so daß von einem *allmählichen* Ausklingen jedenfalls nur im großen und ganzen bei Betrachtung längerer Zeiträume von Wochen und Monaten gesprochen werden kann.

Unter dem Gesichtspunkt einer *stetigen* Abnahme der seismischen Energie hat zuerst der japanische Seismologe F. Omori die Nachstöße bedeutenderer Erschütterungen seines Landes behandelt, indem er die Abhängigkeit der *Anzahl* der Nachbeben von der seit dem Hauptstoß verflossenen Zeit festzustellen suchte. Japan erscheint für solche Untersuchungen besonders geeignet, da einerseits seine Seismizität außergewöhnlich groß ist, es andererseits aber auch einen sehr guten Erdbebenbeobachtungsdienst hat.

Für unsere Erwägungen kommen namentlich zwei Erdbeben in Betracht: das *Mino-Owari-Beben* vom 28. Oktober 1891 (6<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> a. m.), welches mit zerstörenden Wirkungen besonders die beiden Provinzen Mino und Owari in Zentralnippou betraf und in dessen Gefolge während der ersten beiden Jahre in Gifu am Rande der pleistoseisten Zone insgesamt 3365 Nachstöße registriert wurden, so-

wie das *Hokkaido-Beben* vom 22. März 1894 (7<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> p. m.), das Zerstörungen in den Provinzen Nemuro und Kushiro im Nordosten der Insel hervorrief und von dem eine brauchbare Liste der Nachstöße in der Stadt *Nemuro*, in 120 bis 140 km Entfernung von dem submarin anzunehmenden Epizentrum, deren Anzahl sich bis Ende Dezember 1894 auf 663 belief, vorliegt.

*Omori*<sup>1)</sup> hat nun für diese beiden und ähnliche Fälle die Formel  $y = \frac{a}{x+b}$  aufgestellt, in der  $x$  die Zeit,  $y$  die zugehörige Anzahl der Nachstöße bezeichnet und  $a$  und  $b$  zwei aus den tatsächlichen Beobachtungen über  $x$  und  $y$  nach der Methode der kleinsten Quadrate zu bestimmende Konstante sind. Die Abnahme der Frequenz der Nachstöße mit der Zeit würde sich hiernach graphisch durch eine gleichseitige Hyperbel darstellen, also asymptotischen Charakter tragen, wobei allerdings von vornherein zu erwähnen wäre, daß naturgemäß die beiden Grenzfälle — unendlich viele Nachstöße unmittelbar nach Eintritt des Hauptbebens und völliges Verschwinden derselben erst nach unendlich langer Zeit — in der Wirklichkeit keine Bedeutung haben.

Für das *Mino-Owari-Beben* ergibt sich nach *Omori*  $a = 440,7$  und  $b = 2,31$ , wenn man die Beobachtungen der ersten fünf Tage, beginnend mit dem 29. Oktober 0<sup>h</sup> (Mitternacht), zugrunde legt und für  $x$  in Zuordnung zu den aufeinanderfolgenden Halbtagsintervallen die ganzen Zahlen 0, 1, 2, . . . , 9, und damit für  $y$  die entsprechende halbtägliche Anzahl der Nachstöße einsetzt. In der Tat weist die so berechnete Kurve innerhalb des zur Ausgleichung benutzten Zeitraums von den wirklich beobachteten Werten keine erheblichen Abweichungen (im Mittel  $\pm 9$ ) auf, doch zeigt sich sogleich ein systematischer Unterschied in dem Sinne, daß die beobachtete Anzahl der Nachstöße etwas größer ist, wenn man auf die nächsten acht Tage extrapoliert; und diese Abweichung macht sich auch für die spätere Zeit geltend. Benutzt man nämlich die auch von *Omori* gegebene, aus der obigen Formel durch Integration leicht ableitbare Ungleichung

$$\sum_0^{n-1} y_m > \frac{a}{M} \log \frac{n+b}{b} > \sum_1^n y_m$$

( $n$  Anzahl der Zeitintervalle,  $M$  Modul der gewöhnlichen Logarithmen,  $\log$ ) zur Abschätzung der Gesamtzahl der bis zu einem bestimmten Zeitpunkt erfolgten Nachstöße, so tritt hervor, daß die Zahl der tatsächlich registrierten Stöße stets höher ist und zwar in den herangezogenen Fällen um 7—12 % der beobachteten Anzahl. Diese Differenzen, welche in der folgenden Tabelle 1 näher angeführt sind, können allerdings, da sie selbst

bei einer Extrapolierung auf zwei Jahre nicht überschritten werden, und es sich überhaupt nur um Näherungsrechnungen handelt, nicht erheblich genannt werden.

Tabelle 1<sup>1)</sup>.

Zeitraum	$\sum y_{\text{calc.}}$	$\sum y_{\text{obs.}}$	Diff.
1891			
29. X. — 2. XI. 1891	821	808	— 13
3. XI. — 10. XI. "	378	449	+ 71
29. X. — 27. XI. "	ca. 1540	1654	+ 114
29. X. — 31. XII. "	" 1860	2117	+ 257
29. X. — 30. IV. 1892	" 2330	2566	+ 236
29. X. — 27. X. "	" 2630	2876	+ 246
29. X. — 27. X. 1893	" 2930	3222	+ 292

Für das *Hokkaido-Beben* ergibt sich aus den Beobachtungen der ersten fünf Tage, beginnend mit dem 23. März 12<sup>h</sup> (Mittag)  $a = 79,9$  und  $b = 0,89^2)$ , wenn  $x$  den aufeinanderfolgenden 24-Stundenintervallen zugeordnet wird und  $y$  die diesen einzelnen Zeiträumen entsprechenden Summen der Nachstöße bezeichnet. Eine systematische Abweichung, welche auch hier auftritt, sobald man auf die nächstfolgende Zeit extrapoliert, indem die beobachtete tägliche Zahl der Nachstöße kleiner als die berechnete ist, verschwindet jedoch später wieder, wie Tabelle 2 lehrt.

Tabelle 2<sup>3)</sup>.

Zeitraum	$\sum y_{\text{calc.}}$	$\sum y_{\text{obs.}}$	Diff.
1894			
23. III. — 28. III. 1894	197	196	— 1
28. III. — 7. IV. "	84	45	— 39
23. III. — 22. IV. "	ca. 330	298	— 32
23. III. — 30. VI. "	" 420	397	— 23
23. III. — 31. XII. "	" 500	503	+ 3
23. III. — 22. III. 1895	" 525	524	— 1

Diese in beiden Fällen zum Teil wenigstens recht befriedigende Übereinstimmung<sup>4)</sup> zwischen Beobachtung und Rechnung, die augenfälliger

<sup>1)</sup> Die mittlere Häufigkeit gewöhnlicher Beben in Gifu, die für das Jahr auf 18 angegeben wird, ist von  $\sum y_{\text{obs.}}$ , das sich nur auf Nachstöße bezieht, entsprechend den einzelnen Zeiträumen in Abzug gebracht worden.

<sup>2)</sup> In hinreichend genauer Abkürzung für 0,8896 bei *Omori*.

<sup>3)</sup> Die auf 39 angegebene mittlere jährliche Häufigkeit gewöhnlicher Erdbeben in Nemuro ist wieder entsprechend berücksichtigt worden. Siehe Anmerkung <sup>1)</sup> auf dieser Spalte.

<sup>4)</sup> Extrapoliert man rückwärts, um den Zeitpunkt zu ermitteln, in dem nach der Formel die Anzahl der Nachstöße unendlich groß war, so folgt für das Mino-Owari-Beben aus  $a = -2,31 \cdot 12$  h eine um 10 h 20 m und für das Hokkaido-Beben aus  $a = -0,89 \cdot 24$  h eine um 4 h 42 m zu frühe Eintrittszeit.

<sup>1)</sup> Journal of the College of Science, Japan, Vol. VII. (Tokyo 1895), p. 111 ff.; Publications of the Earthquake Investigation Committee, No. 4 (Tokyo 1900), p. 39 ff. und No. 7 (Tokyo 1902), p. 27 ff.

auch in einer graphischen Darstellung sowohl der halbtäglichen und täglichen wie auch der monatlichen Frequenz hervortritt und welche *Omori* in einer uns allerdings wenig exakt erscheinenden Weise für noch größere Zeiträume darzutun suchte, könnte zu der Meinung führen, daß sich in der empirisch abgeleiteten Formel  $y = \frac{a}{x+b}$  ein tiefer liegendes Gesetz bezüglich der Abnahme der seismischen Energie mit der Zeit geltend macht; und in der Tat hat *R. von Kövesligethy*<sup>1)</sup> in einer geistvollen Arbeit über die theoretischen Grundlagen einer Vorhersage von Erdbeben diese Beziehung dazu benutzt, einen analytischen Ausdruck der elastischen Hysteresis der Erdschichten oder der *seismischen Hysteresis* aufzustellen, während *S. Kusakabe*<sup>2)</sup> umgekehrt versucht hat, auf Grund von Experimenten und theoretischen Erwägungen über die elastische Nachwirkung die obige Formel abzuleiten. Er faßt dabei die Nachstöße als Erschütterungen auf, welche dadurch entstehen, daß die durch die Dislokationen des Hauptbebens noch nicht völlig elastisch entspannten Erdschichten weiter bestrebt sind, allmählich wieder in den spannungslosen Zustand zurückzukehren, und setzt ihre Frequenz proportional der jeweiligen Geschwindigkeit, mit welcher dieser Zustand erreicht wird. Abgesehen von dieser allzu speziellen Auffassung erscheinen aber auch die theoretischen Erörterungen im einzelnen den natürlichen Verhältnissen gegenüber sehr gezwungen und lassen schon damit deutlich hervortreten, daß der Gleichung für seismische Vorgänge eine allgemeinere, tiefere Bedeutung nicht beigemessen werden kann. Beide Autoren fügen übrigens dem Term  $\frac{a}{x+b}$  noch ein logarithmisches Glied hinzu, dessen Einfluß allerdings nur gering ist und mit wachsender Zeit mehr und mehr abnimmt. Nach *Kusakabe* läßt sich das Gesetz der Frequenz der Nachstöße in der Form

$$y = \frac{c}{x+d} - \frac{c}{T} \lg \left( 1 + \frac{T}{x+d} \right)$$

darstellen, wo  $c$  und  $d$  u. a. von der elastischen Beschaffenheit der Erdschichten und dem gewählten Zeitmaß abhängen,  $T$  die Zeit bedeutet, welche die das Hauptbeben bewirkt habende Kraft zum allmählichen Anwachsen benötigte, und mit  $\lg$  der natürliche Logarithmus bezeichnet ist.  $T$  ist bei den meisten als tektonisch bezeichneten Beben, für welche die angestellten Erwägungen allein in Betracht kommen könnten, durchweg als sehr groß anzunehmen. So rechnet z. B. *H. F. Reid* bei dem kalifornischen Beben vom 18. April 1906 auf Grund bestimmter Vorstellungen über die elastischen Vorgänge, welche zu

diesem Beben führten, mit einer Zeit von 100 Jahren.

Prüft man nun aber die Omorische Gleichung an dem Material anderer Beben, so tritt ihr sehr begrenzter Wert deutlich hervor. Hierauf hat neuerdings ausführlicher auch *A. Cavasino*<sup>1)</sup> in einer Untersuchung über die Nachstöße des ligurischen Erdbebens vom 23. Februar 1887 aufmerksam gemacht und *G. Agamennone*<sup>2)</sup> bemerkt in einem Überblick über die Nachstöße des kalabrisch-sizilianischen Bebens vom 28. Dezember 1908, daß auch diese die Gleichung keineswegs befriedigen.

Im Hinblick auf die Bedeutung, welche dieser Gleichung beigelegt worden ist, mag es indessen nicht unwichtig erscheinen, ihre Unzulänglichkeit noch an anderen Beispielen zu zeigen. Wir werden hierbei aber neben der Anzahl der Nachstöße auch ihre Intensität berücksichtigen und so statt einer Frequenzkurve eine Aktivitätskurve zeichnen, denn es ist bezüglich der Abnahme des seismischen Spannungszustandes nicht angängig, z. B. eine als „sehr stark“ gefühlte Erschütterung einem nur instrumentell wahrgenommenen Stoß gleichzustellen. Unter Aktivität verstehen wir mit *Omori* die Summe der den einzelnen Stößen eines Zeitraums nach ihrer Intensität beigelegten Gewichtszahlen. Im Falle des Mino-Owari- und des Hokkaido-Bebens tritt freilich der Unterschied zwischen Frequenz und Aktivität fast ganz zurück, da die als „schwach“ oder „leicht“ bezeichneten und mit dem Gewicht 1 belegten Stöße durchaus überwiegen. Als für unseren Zweck sehr geeignet bieten sich uns nun das kalifornische Beben vom 18. April 1906 und das Agramer Erdbeben vom 9. November 1880 dar.

Die vom *kalifornischen Beben*<sup>3)</sup> vorliegende Liste der Nachstöße reicht bis Juni 1907 und kann als vollständig für *Berkeley*, östlich von San Francisco in 29 km Abstand von der San-Andreas-Spalte, der Herdlinie des Erdbebens, betrachtet werden. Hier waren mehrere Beobachter tätig; auch registrierte ein Ewing-Seismograph und ein Omori-Horizontalseismograph mit zwei Komponenten. Diese Verhältnisse sind daher denen bei dem Mino-Owari-Beben ähnlich, insofern *Omori* nur die in Gifu in 28 km Entfernung vom mittleren Teil der Epizentralzone angestellten Beobachtungen benutzte.

Legen wir den Stößen vom 1. Grad der Rossi-Forelschen Intensitätsskala und darunter das Gewicht 1, denen vom 2. und 3. Grad das Gewicht 2 und denen vom 4. und 5. Grad das Gewicht 3 bei und schalten wir die auf Beben in größerer Entfernung zurückzuführenden Registrierungen des Horizontalseismographen aus, so liefert uns eine

<sup>1)</sup> Mathemat. u. Naturw. Berichte aus Ungarn, XXVI. Bd. (Leipzig 1910), p. 212 ff.

<sup>2)</sup> Journal of the College of Science, Japan, Vol. XXI (Tokyo 1906/07), p. 1 ff. Publications of the Earthquake Investigation Committee, Nr. 14 (Tokyo 1903), p. 1 ff. und Nr. 17 (Tokyo 1904), p. 1 ff.

<sup>1)</sup> Bollettino della Società Sismologica Italiana, Vol. XV, 1911, p. 129 ff.

<sup>2)</sup> Rivista di Astronomia e Scienze affini, Anno VI, Novembre 1912, Turin.

<sup>3)</sup> The California Earthquake of April 18, 1906. Report of the State Earthquake Investigation Commission, Vol. I, Washington, D. C., 1908, p. 410 ff.

kritische Durchsicht der Liste innerhalb der ersten vierzehn Monate eine Gesamtzahl von 111 Nachstößen bei einer Aktivität von 178. Die Verteilung über die Monate geht aus Tabelle 3 hervor.

Tabelle 3.

Zeit		Frequenz	Aktivität
18. April	1906 . .	25	45
19.—30. April	" . .	12	26
Mai	" . .	13	20
Juni	" . .	6	10
Juli	" . .	12	21
August	" . .	6	10
September	" . .	4	5
Oktober	" . .	2	2
November	" . .	1	1
Dezember	" . .	4	6
Januar	1907 . .	19	21
Februar	" . .	0	0
März	" . .	3	4
April	" . .	1	1
Mai	" . .	1	1
Juni	" . .	2	5

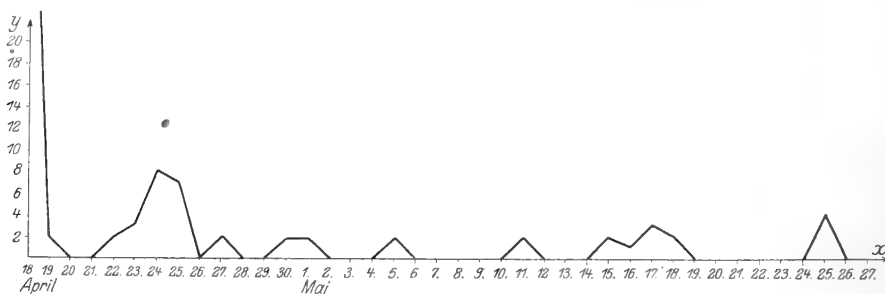


Fig. 1.

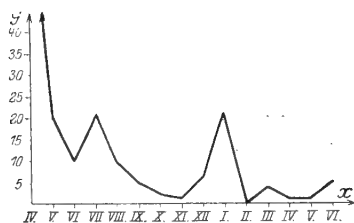


Fig. 2.

Sowohl die bis zum 27. Mai gezeichnete Kurve der täglichen Aktivität wie auch die bis Juni 1907 verfolgte Kurve der monatlichen Aktivität (Fig. 1 und 2) läßt erkennen, daß es auch nicht annähernd zulässig ist, in diesem Fall von einem hyperbolischen Verlauf zu sprechen. Es tritt nur wie bei anderen Beben ein erster rascher Abfall deutlich hervor; dann aber zeigt die Aktivität bis zu ihrem gänzlichen Erlöschen ein sehr unregelmäßiges Verhalten mit stark ausgeprägten größten und kleinsten Werten. Das Maximum im Juli und Januar zeigt sich natürlich auch in der täglichen

Verteilung, tritt hier aber viel unvermittelter auf, indem die Aktivität in der zweiten Junihälfte und fast während des ganzen Juli durchweg 0 ist, am 28. Juli aber plötzlich bis zu 12 und am 5. August bis zu 6 ansteigt, dann von neuem fast verschwindet und schließlich im letzten Drittel des Januars abermals bis zum Werte 5 auflebt. Es ist dabei bemerkenswert, daß diese höhere Aktivität Ende Juli und Anfang August sowie Ende Januar nicht etwa auf besonders starke Nachbeben in Berkeley oder sonst im Schüttergebiet des Hauptbebens zurückzuführen ist, wie überhaupt in Berkeley selbst in der ganzen Zeit nur 7 Stöße vom 4. und 4.—5. Grad R. F. festgestellt, höhere Intensitäten aber garnicht beobachtet worden sind. Stärkere Nachbeben werden ihrerseits wieder Nachstöße im Gefolge haben und abgesehen von ihrer eigenen höheren Intensität auch dadurch die Aktivität vermehren können.

Von dem Erdbeben von Agram am 9. November 1880 liegen zuverlässige, neben anderen Nachrichten von F. Wähner<sup>1)</sup> in seiner Bearbeitung dieses Bebens veröffentlichte Mitteilungen über die am dortigen meteorologischen Observatorium direkt wahrgenommenen Erschütterungen vor. Diese belaufen sich bis Ende Januar

1882 der Zahl nach auf 199 und nach ihrer Aktivität auf 244, wenn man den als „schwach“ und geringer bezeichneten Stößen das Gewicht 1, den „ziemlich starken“, „starken“ oder „heftigen“ das Gewicht 2 und den „sehr starken“ oder „sehr heftigen“ das Gewicht 3 beilegt. Das Beben betraf mit bedeutenden zerstörenden Wirkungen das Gebiet des Sljemen; Agram selbst, an der südlichen Abdachung dieses Gebirges, lag noch innerhalb der pleistoseisten Zone. Die monatliche Verteilung der Frequenz und Aktivität ist aus Tabelle 4 zu ersehen.

Die Kurve der täglichen Aktivität (Fig. 3) zeigt in diesem Falle einen besonders eigenartigen Charakter, insofern ein rascher Abfall in den ersten Tagen völlig fehlt, zwei ausgeprägte Maxima vielmehr erst zwei bzw. sieben Tage nach dem Hauptbeben eintreten und nach reichlich zwei Wochen fast völliger Ruhe zum dritten Male ein

<sup>1)</sup> Sitzungsber. d. K. Akademie d. Wissensch. Wien, Mathemat.-Naturw. Classe, LXXXVIII. Bd. (1882), p. 255 ff.

Tabelle 4.

Zeit	Frequenz	Aktivität
November 1880 . . . . .	37	41
Dezember " . . . . .	36	43
Januar 1881 . . . . .	45	60
Februar " . . . . .	27	30
März " . . . . .	32	38
April " . . . . .	7	8
Mai " . . . . .	0	0
Juni " . . . . .	1	2
Juli " . . . . .	3	5
August " . . . . .	1	2
September " . . . . .	0	0
Oktober " . . . . .	3	4
November " . . . . .	3	5
Dezember " . . . . .	1	1
Januar 1882 . . . . .	3	5

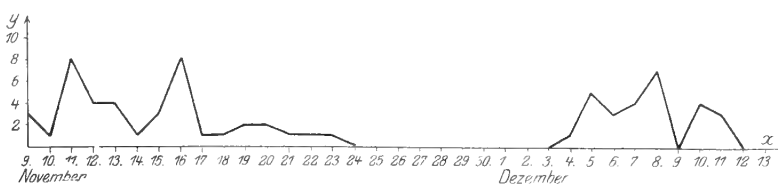


Fig. 3.

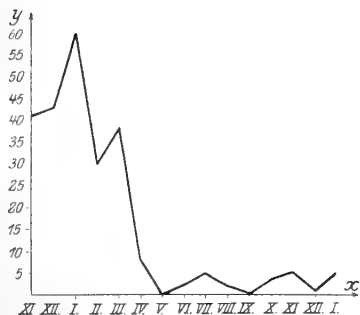


Fig. 4.

lebhaftes Aufflackern in der ersten Dezemberhälfte statthat. In der Monatskurve (Fig. 4) fällt der Anstieg vom Dezember zum Januar auf, der in der täglichen Verteilung weniger deutlich dadurch zum Ausdruck kommt, daß die Aktivität sich im Gegensatz zum Dezember den ganzen Januar hindurch ziemlich gleichmäßig auf einer mäßigen Höhe hält. Der geringe Anstieg vom November zum Dezember hat nichts zu sagen, da vom November nur 21 bis 22 Tage in Betracht kommen. Nach Januar findet dann freilich ein starker Abstieg zu gleichmäßiger anhaltender aber sehr verminderter Tätigkeit statt. Bei Berücksichtigung auch der übrigen aus dem Epizentralgebiet vorliegenden Meldungen über Nacherschütterungen würde der Charakter der Tageskurve in seinen wesentlichen Zügen keine Änderung erleiden, wohl aber die Aktivität im November und Dezember soweit erhöht werden, daß die Monatskurve sogleich mit einem deutlichen Abfall einsetzt. Doch sind diese Nachrichten in den spä-

teren Wochen und Monaten nicht lückenlos genug, um neben denen aus Agram gleichwertig mit verwendet werden zu können. Auch möchten wir noch einmal darauf hinweisen, daß in den beiden von uns herangezogenen japanischen Beben auch nur die Beobachtungen an *einem* Ort zur Ableitung der Gleichung benutzt worden sind. Das Fehlen instrumenteller Beobachtungen über die ganz schwachen Erschütterungen, das eben gleichmäßig für den ganzen betrachteten Zeitraum gilt, vermag aber die Besonderheiten der Kurven gewiß nicht zu erklären.

Der Fall des Agramer Bebens lehrt jedenfalls, daß weder das Maximum der Frequenz noch das der Aktivität der Nachstöße notwendig *unmittelbar* der Haupteerschütterung folgen muß, daß vielmehr beide zuerst einen verhältnismäßig niedrigen Wert haben können. Es zeigt ferner zusammen mit den Kurven für Berkeley, daß das Auftreten der Nachstöße in jedem einzelnen Fall von beson-

deren, jedoch in der Regel nicht klar zu erkennen den Umständen beherrscht wird, und daß nur *im großen und ganzen* von einem anfänglich rascheren Abfall und einem dann folgenden allmählicheren Ausklingen der Frequenz und Aktivität gesprochen werden kann. Im übrigen besitzen natürlich auch die mitgeteilten Kurven nur einen sehr bedingten Wert, da das benutzbare Material nur einen Ausschnitt der nach dem Hauptbeben noch zur Geltung gekommenen Seismizität beleuchtet und es seiner Natur nach einer strengeren physikalischen Behandlung kaum zu unterwerfen ist. Zu einer einwandfreieren Beurteilung des ganzen Vorganges wäre die Ermittlung der in einem Erdstoß zur Ausstrahlung gelangenden seismischen Energie notwendig. Dazu wäre aber u. a. neben einer genauen Kenntnis des Verbreitungsbezirks der einzelnen Erschütterungen und ihrer *absoluten* Intensität innerhalb desselben auch die Kenntnis der Lage ihrer Epizentren und ihrer Herdtiefe erforderlich.

Zum Schluß möchten wir noch auf die Nachstöße des großen *indischen Erdbebens* vom 4. April 1905 hinweisen, weil sich in ihrer Frequenz, namentlich in einem Fall, sehr klar der Einfluß stärkerer Nachbeben zeigt. Das Beben hatte zwei Epizentren am Südwestabhang des Himalaya, ein Haupteizentrum bei Kangra und Dharmasala (10. Grad R. F.); und ein sekundäres in 250 km Entfernung von diesem bei Mussoorie und Dehra Dun (8. Grad R. F.); es war in ganz Hindustan fühlbar, stand aber dennoch wohl an Intensität dem Mino-Owari-Beben von 1891 nach. Die voll-



ständigste Aufzeichnung der Nachstöße erfolgte in *Simla*, das gerade in der Mitte zwischen den beiden Epizentren liegt und wo am meteorologischen Observatorium seismische Apparate "aufgestellt" waren. Die Liste der Nachstöße, die in der Monographie von *C. S. Middlemiss*<sup>1)</sup> abgedruckt ist, reicht bis Ende 1907 und liefert für *Simla*, wenn man wieder die auf Erdbeben in größerer Entfernung zurückzuführenden Registrierungen außer acht läßt, insgesamt 90 gefühlte und 214 nur instrumentell beobachtete Stöße. Weder die monatliche noch die vierteljährliche Frequenz lassen auch nur annähernd einen hyperbolischen Verlauf erkennen. Besonders auffallend ist u. a. ein hohes Maximum im März 1906, das mit einer Frequenz von 24 dem im ersten Monat — April 1905 — mit 20—25 gleichkommt. Die Erklärung hierfür liegt nun darin, daß am 28. Februar 1906, kurz nach 1 Uhr nachts, ein zerstörendes Nachbeben stattfand, dessen Epizentrum (9. Grad R. F.) etwa 50 km nordöstlich von *Simla*, bei *Rampur* lag, und welches seinerseits eine beträchtliche Zahl sekundärer Nachstöße auslöste, so an demselben Tage in *Simla* noch 9, näher dem Herdgebiet aber, ähnlich dem Hauptbeben vom 4. April 1905, in den beiden ersten Tagen stündlich einige. Vielleicht darf schon in der an sich größeren Frequenz im Februar, die unter Ausschluß des letzten Tages sich auf 12 belief und diejenige des Januar um 10 übertraf, ein Vorzeichen für die bedeutende Erschütterung am 28. d. M. gesehen werden. Im April und Mai sank die Frequenz wieder auf 6 herab.

## Astronomische Mitteilungen.

Die Ausnutzung der Sonnenwärme für technische Kraftanlagen stellt eins der gewaltigsten und dringendsten Probleme dar, um beizeiten einen Ersatz für die allmählich abnehmenden Kohlenvorräte im Schoße der Erde zu geben. Bei dieser Gelegenheit verdient es zunächst Beachtung, daß gegenwärtig Deutschland unter Hinzunahme der von uns besetzten belgischen Kohlengruben die größte Kohlenförderung der Erde hat, nämlich jährlich 300 Millionen Tonnen (zu je 1000 kg), während England 292 Millionen, Frankreich und Rußland zusammen aber nur 72 Millionen Tonnen Kohlen im Jahre produzieren. Die Verwertung der bisher nur im Haushalte der Natur ausgenutzten Sonnenenergie auch für die menschliche Technik durch Umsatz der Strahlen des Tagesgestirns in aufgespeicherte Kraft dürfte vielleicht das größte technische Problem des 20. Jahrhunderts werden. Ein kleiner, viel versprechender Anfang zur Ausnutzung der Sonnenwärme für Dampferzeugung ist von dem Amerikaner *Shumann* bei einer Sonnenkraftanlage in *Kairo* gemacht worden, wie aus den Mitteilungen im neuesten Heft der *Meteorologischen Zeitschrift* hervorgeht. Zunächst erkennt man die gewaltigen Kraftmengen in den Sonnenstrahlen aus der Berechnung, daß schon die auf

eine Fläche von nicht ganz 400 Quadratkilometern (das wäre noch nicht einmal der zwanzigtausendste Teil der Wüste Sahara) niederströmende Sonnenenergie ausreichen würde, um die Weltarbeitsleistung der gesamten jährlichen Öl- und Kohlenförderung in Höhe von 270 Millionen Pferdestärken hervorzubringen.

**Ein neuer Komet entdeckt.** Der erste Komet des Jahres 1915 ist nunmehr in Nordamerika auf der bei Cambridge gelegenen Harvard-Sternwarte von dem Astronomen *Mellish* als helles, kleines Objekt mit langsamer, nach Osten gerichteter Bewegung aufgefunden worden. Dieser neue Komet 1915 a (*Mellish*) stand am 11. Februar in 17<sup>h</sup> Rektaszension und bei 3° nördlicher Deklination, also im Sternbilde des „Ophiuchus“. Erst weitere Beobachtungen können über die Bahn dieses neuen Kometen Aufschluß geben.

**Ein neuer kleiner Planet 1915 WM** ist auf der bei Hamburg gelegenen Sternwarte Bergedorf von *H. Thiele* gefunden worden, und zwar dicht bei dem kleinen Planeten 659 (*Nestor*). Der neue Planetoid ist sehr lichtschwach, etwa von der 14. Größenklasse, und steht nahe dem Sternbilde des „Stieres“. Ein weiterer neuer Planetoid 1915 W der 13. Größenklasse wurde von Prof. *Wolf* auf der Sternwarte Königstuhl bei Heidelberg im Sternbilde der „Zwillinge“ aufgefunden.

Über die Bewegung der Plejaden bringt das neueste Heft der *Mitteilungen der Vereinigung von Freunden der Astronomie* aus der Feder von Prof. *Platzmann* einen interessanten Aufsatz, der hauptsächlich an Untersuchungen von Prof. *Hartmann* (Göttingen) anknüpft. Die alte Ansicht *Müdlers*, daß das Plejaden-system, insbesondere der Mittelstern *Alcyone* eine Zentralsonne sei, um die alle Fixsterne sich bewegten, ist längst widerlegt. In neuester Zeit sind aber die tangentialen und radialen Bewegungen in den Plejaden eingehend untersucht worden und haben zu wichtigen Ergebnissen geführt. Aus der Übereinstimmung der seitlichen Verschiebungen jener Sterne folgt zunächst, daß der Sternhaufen der Plejaden nicht nur optisch, sondern auch physisch ein Ganzes bildet, bei dem die einzelnen Sterne nahezu gleich weit von uns abstehen. Die früher vermutete gemeinsame Bewegung der Plejadensterne um einen Schwerpunkt im System findet weder aus den tangentialen noch aus den radialen Bewegungen jener Sterne eine Bestätigung. Schließlich läßt sich noch ein ziemlich wahrscheinlicher Wert der Parallaxe oder Erdentfernung jenes Plejaden-Sternhaufens herleiten, der zu dem durchschnittlichen Werte von 0,013 Bogensekunden führt oder zu einer Entfernung von 250 Lichtjahren. Brächte man die Sonne auf die Entfernung der *Alcyone*, so würde sie, ihrer Helligkeit nach, einem Sternchen etwa der neunten Größenklasse entsprechen. Daher muß der Zentralstern der Plejaden, *Alcyone*, der als Stern ungefähr der zweiten Größenklasse am Firmament leuchtet, eins der hellsten Gestirne sein, die wir überhaupt kennen, mindestens dreihundertmal so strahlend wie unsere Sonne.

A. Marcuse.

## Kleine Mitteilungen.

**Lebende Delphine im Zoologischen Garten.** Der Zoologische Garten von New York kann sich rühmen,

<sup>1)</sup> Memoirs of the Geological Survey of India. Vol. XXXVIII (Calcutta 1910), p. 356 ff.

augenblicklich eine der größten Sehenswürdigkeiten zu besitzen; 5 lebende Delphine (*Tursiops truncatus* Mont.), die bereits 7 Monate gesund und munter in der Gefangenschaft ausgehalten haben. Da es sich um typische Hochseetiere handelt, von deren Lebensweise bisher wenig Genaues bekannt war, so sind die Angaben um so interessanter, wenn auch infolge der veränderten Bedingungen das Verhalten der Tiere von dem in der Freiheit in manchen Punkten abweichen wird. Sie werden in einem runden Bassin von 12 m Breite und 2,10 m Tiefe gehalten. Nach dem Bericht des Direktors *Townsend* in den *Scient. contrib. New York Zoologic. Soc.*, Vol. 1, sind die Gefangenen, die eine Länge von etwa 8 Fuß (2,40 m) und ein Gewicht von 300 Pfund haben, sehr lebhaft und schwimmen Tag und Nacht umher; bei jedem Rundgang steigen sie einmal auf, um zu atmen. Gelegentlich schwimmen sie unter Wasser mit dem Bauch nach oben, wie Seehunde, liegen aber niemals auf dem Grunde oder sonnen sich an der Oberfläche, wie diese. Nachts sind sie weniger rege. Bei der Fütterung — sie verbrauchen am Tag 90 Pfund Fische — stürzen sie nach allen Richtungen durcheinander und fassen die Beute, sobald sie ins Wasser gefallen ist. Wird aber ein Fisch an einem Faden wenige Zentimeter über dem Wasserpiegel aufgehängt, so nehmen sie keine Notiz von ihm, woraus *Townsend* schließt, daß sie außerhalb des Wassers nicht zu sehen vermögen. Mit den Futterfischen spielen sie oft längere Zeit, werfen sie meterweit fort und fangen sie wieder auf, bis sie ganz zerfetzt sind. Auch in der Gefangenschaft beobachtet man das Spiel, das im offenen Meere seit langem die Aufmerksamkeit der Seefahrer auf sich gezogen hat. Die Delphine schwimmen schnell hintereinander her, als ob sie sich jagen, und springen hoch aus dem Wasser. Dabei werfen sie sich gern so herum, daß die Rückenflosse nach vorn liegt, und fallen mit mächtigem Klatschen ins Wasser zurück. Wenn einer anfängt, zu springen, ist es gewöhnlich für alle das Zeichen mitzumachen. Dabei haben sie sich niemals an den Wänden ihres Bassins beschädigt, ein Tier in voller Fahrt kann eine Wendung um 90° machen, ohne seine Schnelligkeit zu vermindern. Beim ruhigen Schwimmen bewegt sich die Schwanzflosse auf und nieder, beim schnellen Jagen wird sie zugleich mehr oder weniger nach der Seite bewegt, so daß offenbar eine Schraubenbewegung entsteht; die Brustflossen dienen nur zum Lenken bei Wendungen. Obwohl äußerlich von einem Halse nichts zu sehen ist, hat diese Region der Wirbelsäule doch eine besondere Beweglichkeit. Der Kopf kann um 45° nach abwärts und ebenso weit seitwärts gedreht werden, wie sich beim Spiel mit den Fischen gut beobachten ließ. Die Tiere sind untereinander sehr verträglich, was man nach ihren geselligen Gewohnheiten in der Freiheit schon erwarten konnte. Gelegentlich packen sie sich im Spiel am Rücken, ohne daß man Eindrücke der Zähne bemerken kann. Paarungen wurden im Januar und wieder im März und April beobachtet. Da man über die Tragzeit der Wale noch nichts Sicheres weiß, so wäre es sehr interessant, wenn in der Gefangenschaft Junge geworfen würden. Die Gefangenen stammen von Kap Hatteras, 400 engl. Meilen südlich von New York. Dort wird von Oktober bis März eine regelrechte Zugnetz-fischerei auf Delphine betrieben, hauptsächlich zur Gewinnung von Tran und Häuten. Das aus dem Unterkiefer gewonnene Öl hat besonderen Wert als Schmiermittel für Objekte der Feinmechanik, Uhren usw. In den letzten Jahren sind durchschnittlich 500—1500 Stück gefangen. Die lebenden Tiere wurden auf einem

Dampfer in langen, schmalen Trögen versandt, die möglichst oft mit frischem Seewasser durchspült wurden; die erwachsenen Stücke kamen so sehr gut an, die jungen waren zu ungebärdig und hatten sich unterwegs an den Wänden wundgestoßen. Das Eingewöhnen machte keine großen Schwierigkeiten, durch wenige Tage Hunger ließen sich die Gefangenen zuerst zur Aufnahme lebender, bald auch toter Fische bringen.

O. St.

Bekanntlich wurde von *Haberlandt* die zurzeit herrschende Ansicht begründet, daß die **Reizleitung bei den Mimosen** in dem in der Rinde auftretenden System von Schlauchzellen stattfindet. Aus einer Reihe von Versuchen, welche *Linsbauer* (*Ber. deutsch. bot. Ges.* 1914, p. 609—621) mit *Mimosa pudica* anstellte, geht hervor, daß hinreichend intensive Wundreize, wie sie durch Abtöten des Wurzelsystems oder durch Versengen von Blättchen hervorgerufen werden, über vollständig enttrindete Partien des Stammes sowohl in akropetaler als auch in basipetaler Richtung geleitet werden, wobei die Leitungsgeschwindigkeit von derjenigen normaler Pflanzen nicht auffallend abweicht. Da also ein Reiz unter experimentell erzeugten Bedingungen über große Strecken (in einem Falle waren bei einer Pflanze sämtliche Internodien geringelt, so daß die Rinde nur im Umkreis der Blatinserktionen erhalten blieb) im Holzkörper fortgeleitet wird, so scheint eine neue Diskussion der Frage am Platze, ob unter normalen Verhältnissen der Reiz sich ausschließlich in den Schlauchzellreihen fortpflanzt, die von *Haberlandt* als reizleitendes System bezeichnet worden sind. Jedenfalls, meint *Linsbauer*, werden künftige Untersuchungen der Befähigung des Holzkörpers zur Reizleitung wieder größere Beachtung schenken müssen. K. T.

**Zur Frage der Elektrokultur.** Die Elektrokultur beabsichtigt, den günstigen Einfluß der Elektrizität auf das Wachstum der Pflanze nutzbar zu machen. Das Leben der Pflanze spielt sich im leitenden Erdboden ab, über welchem sich die Luft als Dielektrikum befindet. Man kann nun für die Zwecke der Elektrokultur folgende elektrische Vorgänge künstlich hervorgerufen. Entweder eine Elektrolyse im Erdboden mit Ionenwanderung, oder eine Kataphorese, welche eine Verschiebung der kolloidalen Substanzen bedingt. Schließlich kann man in der, die Pflanze umgebenden Luftschicht ein hohes Potentialgefälle herstellen, welches sich durch die Atmosphäre zum Erdboden oder zu den Pflanzenoberflächen auszugleichen sucht. Für die landwirtschaftliche Praxis kommt nur die letztere Möglichkeit, d. h. die Aufladung der Atmosphäre in Betracht, welche in der Weise ausgeführt wird, daß ein auf ein hohes Potential gebrachtes, isoliertes Metallgitter in bestimmter Höhe über dem Erdboden gespannt wird. Durch diese Anordnung wird eine elektrische Energieform erzeugt, die der stillen elektrischen Entladung sehr ähnlich ist. Diese von der Elektrokultur in konzentrierter Form künstlich hervorgerufenen elektrischen Kräfte sind jedoch in der Natur stets wirksam. *Berthelot* hat gezeigt, daß zwischen Luft und Erdboden oder Pflanzenoberfläche pro Meter Potentialdifferenzen auftreten, die je nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft zwischen 7 und 500 Volt schwanken. Diese in der Atmosphäre stattfindenden stillen elektrischen Entladungen werden auf wichtige biologische Reaktionen nicht ohne Einfluß sein. Es werden Synthesen oder Zerlegungen aus den Stoffen der Atmosphäre (Bildung von Wasserstoffsuperoxyd,

Ozon, Stickoxyd) oder der Erdoberfläche herbeigeführt werden. Ferner werden, wie aus den Untersuchungen Dr. W. Löbs und Dr. A. Sato's hervorgeht, diese Entladungen die Enzyme in ihrer Wirksamkeit beeinflussen. Es hat sich gezeigt, daß die Entladung die Enzyme bei Abwesenheit des Substrates schädigt, während bei Anwesenheit des Substrates die Enzymwirkung beschleunigt wird. Die ertragsteigernde Wirkung der Elektrokultur ist von verschiedenen Seiten bestritten worden; jedenfalls handelt es sich hier um ein noch nicht abgeschlossenes, sich in der Entwicklung befindendes Gebiet. (Prof. Dr. W. Löb, *Ztschr. für Elektrochemie*, Bd. 20, 587, 1914.) O. F.

#### Nachweis der Nichtexistenz von Crocker-Land.

Als nördlichstes Land der Welt wurde bisher vielfach das von Peary entdeckte Crocker-Land angesehen, das dieser amerikanische Nordpolarforscher von der Küste des Grant-Landes aus am 24. und 29. Juni 1906 im Nordwesten erblickte<sup>1)</sup>. Er zeichnete es etwa unter 82½° bis 83° Nord und 105° bis 102° West in die Karte ein, und seine Anhänger betrachteten die Existenz des Landes als erwiesen, während sie die am 30. März 1907 erfolgte Entdeckung des noch weiter nördlich in 84° 20' bis 85° 11' Nord gelegenen Bradley-Landes durch Dr. F. A. Cook ignorierten.

In den Vereinigten Staaten von Amerika taten sich nun neuerdings mehrere gelehrte Korporationen, das American Museum of Natural History, die American Geographical Society, die University of Illinois u. a. zusammen und rüsteten eine „Crocker-Land-Expedition“ aus, die unter der Leitung von Professor D. B. Macmillan Anfang August 1913 auf dem Dampfer „Erik“ auszog, um Crocker-Land zu erforschen. Die Expedition hatte von Anfang an mit Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt. Der ursprünglich zum Leiter designierte G. Borup war gestorben, das erste Expeditionsschiff „Diana“ gestrandet, und auch Macmillan konnte nicht bis zu dem in Aussicht genommenen Winterquartier vordringen, von dem aus er zeitig im Frühling 1914 Crocker-Land zu erreichen hoffte. Trotz aller Schwierigkeiten aber scheint es Macmillan gelungen zu sein, diesen Termin doch inne zu halten, wenngleich seine Reise nicht den gewünschten Erfolg hatte. Das Museum of Natural History erhielt kürzlich einen vom 29. August 1914 datierten Brief des Geologen und Biologen der Expedition, W. E. Ekblaw, in dem mitgeteilt wird, daß Macmillan in Begleitung des Ingenieurs und Physikers E. F. Green eine Schlittenreise von Grant-Land aus 125 Meilen weit in nordwestlicher Richtung über das Eis des Polarmeeres ausgeführt hat, ohne jedoch das gesuchte Land zu finden. Die Reisenden kamen zu dem Resultat, daß Crocker-Land in der angenommenen Position nicht existiert. Im ganzen waren sie zwei Monate auf der höchst schwierigen und gefährlichen Fahrt über das gefrorene Meer unterwegs. Dies ist bereits der zweite Irrtum, der Peary nachgewiesen worden ist. Schon im Jahre 1907 hatte nämlich der an der Ostküste Grönlands im Eise umgekommene Leiter der dänischen „Danmark“-Expedition, L. Mylius-Erichsen, gefunden, daß die von Peary in 82° Nord angeblich entdeckte Meeresverbindung zwischen der Lincoln-See und dem Ostgrönland-Meere nicht existiert. Mylius-Erichsens Bericht, der

im höchsten Norden Grönlands unter einer Steinpyramide deponiert war, wurde jedoch erst 1910 von Kapitän E. Mikkelsen aufgefunden und gelangte erst gleichzeitig mit diesem, drei Jahre lang in der Arktis völlig isolierten Forscher 1912 nach Europa. Im selben Jahre machte einer der besten Kenner Grönlands, K. Rasmussen, der von Westen her die gleiche Gegend erforschte, dieselbe Beobachtung, ohne von Mylius-Erichsens Ergebnissen etwas zu wissen, so daß der unabhängig voneinander erfolgte Nachweis des Irrtums durch zwei vertrauenswürdige und erfahrene Polarforscher nicht wohl in Zweifel gezogen werden kann. Es läßt sich nicht leugnen, daß das Vertrauen in die Zuverlässigkeit von Pearys Beobachtungen durch diese Feststellungen stark erschüttert worden ist.

O. B.

Eine neue Methode zur Feststellung von Klimaschwankungen und ihrer Periodizität in früheren Zeiten hat der Amerikaner Douglass angewendet und darüber im *Bull. of Amer. Geogr. Soc.*, May 1914 berichtet. Er ging dabei von der Erwägung aus, daß die Jahresringe wachsender Bäume je nach der Feuchtigkeit der einzelnen Jahre verschiedene Stärke haben und daß somit über lange Jahresreihen hinweg aus der Dicke der Jahresringe Schlüsse auf die relative Höhe der Niederschläge in den einzelnen Perioden gezogen werden können. Die Messungen wurden vorgenommen an 25 Stämmen der Arizonafichte, deren mittleres Alter 348 Jahre betrug, zwei davon hatten ein Alter von 520 Jahren erreicht. Die Messungen wurden derart vorgenommen, daß längs eines typischen Radius eines Stammquerschnittes die Dicke jedes Jahresringes in Millimetern bestimmt wurde; im ganzen wurden über 10 000 Messungen gemacht, aus denen auf folgende *klimatische Zyklen* geschlossen werden konnte: 1. Eine etwa 33jährige Periode, die also mit der Brücknerschen Periode identisch wäre. Seit 1730 zeigte sich eine ausgeprägte Periode von 33,8 Jahren, der letzte Scheitelpunkt fällt um das Jahr 1900. Gleichet man die Kurven aus, indem man immer je 20 sich folgende Jahre zusammennimmt, so erscheint eine viel längere Periode mit Scheitelpunkten um das Jahr 1400, dann bei 1560, 1710 und 1865. 2. Eine etwa 21jährige Periode mit einem letzten Scheitelpunkt um 1892. Diese Pulsation tritt sehr markiert auf von 1410 bis 1520, in den nächsten 100 Jahren weniger, von 1610 bis jetzt wieder sehr markiert und sehr regelmäßig. Schon früher haben Lockyer und Rüssel eine 19jährige Periode in den Luftdruckmitteln von Australien und Südamerika festgestellt. 3. Der elfjährige Zyklus. In allen Teilen der langen 500-Jahr-Kurven ist eine elfjährige Periode angedeutet. Als wahrscheinlichste Dauer der Periode ergibt sich 11,4 Jahre, also sehr nahe mit der Sonnenfleckenperiode übereinstimmend. Die Kurve ist nicht dieselbe während des ganzen Zeitraumes. Im allgemeinen zeigt sie zwei Maxima, zwei Minima von 1400 bis 1670, die zweite ist ausgesprochener, und ihre Wiederkehr regelmäßiger. Von da bis 1790 flacht sich die Kurve ab und hat einen weniger zyklischen Charakter, dann bis zur Gegenwart gibt es wieder zwei Minima, aber das erstere ist mehr hervorstechend. Eine Reihe von Messungen, die an 13 Baumquerschnitten von Pinus silvestris in Eberswalde vorgenommen worden sind, ergab ebenfalls sinnfällige Beziehungen zwischen Baumwuchs und Sonnenfleckenvariation.

F.

<sup>1)</sup> Vgl. Die Naturwissenschaften 1914, 2. Jahrg., S. 575.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

U.S. Department of Agriculture  
RECEIVED  
MAY 19 1915

Heft 12.

19. März 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Der Anteil der Nationen an der Elektrizitätswissenschaft. Von *Prof. Dr. Felix Auerbach, Jena.* S. 153.

Die Schwimmblasen der Büschelmücke, *Corethra plumicornis*. Von *Dr. O. Steche, Leipzig.* S. 157.

Besprechungen:

*Kerschesteiner, G.*, Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts. S. 160.

*Locy, William A.*, Die Biologie und ihre Schöpfer. S. 161.

*Reinhard, Anatol v.*, Beiträge zur Kenntnis der Eiszeit im Kaukasus. S. 162.

*Volk, Karl G.*, Geologisches Wanderbuch. S. 162.

Zeitschriftenschau:

Annalen der Physik. S. 163.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 163.

Physikalische Zeitschrift. S. 164.

Zeitschrift für Instrumentenkunde. S. 164.

Zeitschrift für Elektrochemie. S. 164.

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

Soeben erschien:

## Eine Frage!

**Wie erhalten wir der Zukunft die erhebenden Kräfte dieses Krieges?**

Von

**Johannes Marbod**

Preis M. —.50

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 18 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 90 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Kryptogamenflora für Anfänger

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse für Studierende u. Liebhaber

Herausgegeben von

**Prof. Dr. Gustav Lindau**

Privatdozent der Botanik an der Universität zu Berlin, Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem

Erster Band: **Die höheren Pilze (Basidiomyceten)**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 607 Figuren im Text — Preis M. 6,60; in Leinwand gebunden M. 7,40

Zweiter Band: **Die mikroskopischen Pilze**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 558 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Dritter Band: **Die Flechten**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 306 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Vierter Band, Teil I u. II: **Die Algen**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Erste Abteilung: Mit 489 Fig. — Preis M. 7,—; in Leinw. geb. M. 7,80

Zweite Abteilung: Mit 437 Fig. — Preis M. 6,60; in Leinw. geb. M. 7,40

Fünfter Band: **Die Laubmoose**

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 265 Figuren im Text — Preis M. 7,—; in Leinwand gebunden M. 7,80

Sechster Band: **Die Torf- und Lebermoose**

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 296 Figuren im Text

**Die Farnpflanzen (Pteridophyta)**

Von Guido Brause, Oberstleutnant a. D.

Mit 73 Figuren im Text — Preis M. 8,40; in Leinwand gebunden M. 9,20

Der III. Teil von Band IV, mit dem das Werk abgeschlossen sein wird, befindet sich in Vorbereitung

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**



## Der Anteil der Nationen an der Elektrizitätswissenschaft.

Von Prof. Dr. Felix Auerbach, Jena.

Zwei Notizen aus alter Zeit (aus alter Zeit, das soll hier und jetzt heißen: aus der Zeit vor dem Kriege, denn wie vergangen, wie weit zurückliegend erscheint uns diese Zeit, wie schattenhaft nur noch erscheint sie uns in dem blutigen Glanze des Krieges!).

Der französische Chemiker Wurtz schrieb eine Geschichte der Chemie und begann sie mit den Worten: *La Chimie est une science française*. Was für ein Rattenkönig geistiger Verirrungen liegt in diesen wenigen Worten, die die Wissenschaft zum Gegenstand nationaler Eitelkeit herabdrücken, unbekümmert um ihr heiligstes Wesen, unbekümmert auch um die noch heiligere Wahrheit. Und für uns Deutsche ist es ein schlechter Trost, nein, ein gedoppeltes Ärgernis, daß dieser Franzose ein Elsässer war, in Straßburg geboren und schon seinem Namen nach zweifellos von deutschen Ahnen.

Und der ausgezeichnete englische Physiker Sir Oliver Lodge schreibt in der Einleitung zu seinem populären Buche „Moderne Anschauungen über Elektrizität“ die Worte nieder: „Die großen, mit dem Fortschritt unserer Erkenntnis des Wesens der Elektrizität verknüpften Namen sind: *Franklin, Cavendish, Faraday, Maxwell*, zu denen man sich versucht fühlen könnte, noch den gewaltigen Namen eines *William Thomson* hinzuzufügen.“ Er ist also blind genug, um die elektrische Wissenschaft ausschließlich für England in Anspruch zu nehmen; und es ändert daran wenig, daß er so gnädig ist, auch einen Sohn Neu-Englands, den Amerikaner *Franklin*, in die Ruhmestafel mit aufzunehmen. Es scheint, daß *Lodge* inzwischen — die Sache ist ein Vierteljahrhundert her — selbst das Groteske seiner Aufstellung eingesehen hat; denn er hat sich später eingehend mit *Heinrich Hertz* befaßt. Und selbst zu Beginn des jetzigen Krieges hat er, wie der Berliner Physiker *Goldstein* von seiner Reise zur britischen Naturforscherversammlung in Australien berichtet, sich als Bewunderer von *Hertz* erklärt mit den Worten: „Daß die britische Nation mit einem Volke Krieg führen muß, daß einen *Heinrich Hertz* und so viele andere bedeutende Gelehrte hervorgebracht hat, ist eine abscheuliche Verkehrtheit.“ Die ebenso abscheulich verkehrte Ruhmestafel in seinem Buche wird dadurch freilich nicht aus der Welt geschafft; denn sie steht schwarz auf weiß als Dokument bezeichnendster Art für immer vor unseren Augen.

Nun noch, als drittes, eine persönliche Erinnerung. Bei einer Prüfung, deren Zeuge ich zufällig war, wurde der Kandidat, ein Engländer, gefragt, wer denn das exakte Messungswesen in die Elektrizitätslehre eingeführt habe; er antwortete: *Cavendish*, und erregte damit die Unzufriedenheit des Examinators, der den Namen *Wilhelm Weber* hören wollte. Um zu sehen, wie er sich in dieser Angelegenheit verhalten würde, stellte ich ein paar Tage darauf einem französischen Studenten dieselbe Frage, begierig zu hören, ob er sich für den deutschen oder für den englischen Elektriker entscheiden würde; statt dessen erhielt ich den prompten Bescheid: *Coulomb*. Tatsächlich hat jede dieser drei Antworten eine gewisse Berechtigung: *Cavendish* hat das exakte Meßverfahren vorbereitet, *Coulomb* hat die Grundgesetze endgültig festgelegt und *Weber* hat dann auf dieser Basis das gesamte Meßgebäude in ausgezeichneter Vollkommenheit errichtet.

Alles das sind, wie gesagt, Vorkommnisse aus der Zeit tiefsten Friedens und normaler Einstellung des menschlichen Gemüts. Sie beweisen, daß schon in solchen Zeiten weitgehende Verschiedenheiten in der historisch-wissenschaftlichen Auffassung bestehen; und zwar teils erklärliche — erklärlich aus dem Umstande, daß fast niemals ein Fortschritt auf eine einzelne Person zurückgeführt werden kann, sondern von Etappe zu Etappe verfolgt werden muß —; teils aber völlig unberechtigte und entschieden chauvinistische, wie die Äußerungen eines *Wurtz* oder *Lodge*. Dabei besteht heutzutage nicht mehr, wie früher zuweilen, der Entschuldigungs- oder Erklärungsgrund zu Recht, daß nämlich jede Nation von den Vorgängen bei sich zu Hause am meisten erfährt; denn in der Ära von internationalen Zeitschriften, Kongressen und Instituten, wie wir sie in den letzten Jahrzehnten erlebt haben, erfährt man, den guten Willen vorausgesetzt, alles gleich gut und beinahe gleich schnell, es mag sich in Frankreich oder Rumänien, in Canada oder in Japan ereignen.

Zeigt sich somit, daß schon in Friedenszeiten eine krankhafte Vaterlandsliebe die Wahrheit in ihr Gegenteil zu verkehren vermag, so werden wir uns nicht wundern, daß in Kriegszeiten, wo die krankhafte Leidenschaftlichkeit ihre Blüten treibt und zu einer wahren Kriegspychose führt, jede Objektivität aufhört und das Feld einem schrankenlosen Chauvinismus, einem selbstgefälligen Nationalstolz, einer gehässigen Verkleinerungssucht überläßt — freilich in einem, zwar bei allen Parteien vorhandenen, aber dem Grade nach sehr verschiedenen Maße. Und obgleich ich Deutscher

bin und diesen ganzen Aufsatz nur schreibe, um meine Objektivität zu erhärten, muß ich doch so gleich vorausschicken, daß ich uns Deutsche für die objektivsten Leute von der Welt halte (mit wenigen Ausnahmen, die mich deshalb, als ich sie feststellte, stark verblüfften); daß wir es sogar, aus diesem Objektivitätsbedürfnis heraus, zuweilen selbst da, wo es klug gewesen wäre, verschmäht haben, mit den Wölfen zu heulen. Und ich will den Beweis hierfür, den Beweis für die objektiv großartige Beteiligung unseres Stammes an der Kulturarbeit an einem gut gewählten Beispiele antreten.

An einem Beispiele; denn ohne diese Beschränkung würde uns das Material, das wir beizubringen hätten, schier erdrücken. Ich wähle also die Physik und aus ihr wiederum greife ich, weil sich am meisten Leute heutzutage dafür von nah oder fern interessieren, die Wissenschaft von der *Elektrizität* und dem *Magnetismus* heraus; und ich will auf die Gefahr hin, dabei mit einigermaßen schematischen Hilfsmitteln operieren zu müssen, an diesem Falle statistisch zeigen: erstens, daß die Wissenschaft international ist, und zweitens, daß wir Deutsche allen Grund haben, auf unsern Anteil an diesem Internationalismus stolz zu sein. So stolz, daß wir mit achselzuckendem Stillschweigen über feindliche Äußerungen hinweggehen können, wie sie in der letzten Zeit wiederholt mündlich und schriftlich laut geworden sind: die Deutschen wären gar nicht epochemachend in Wissenschaft und Technik, sie griffen bloß alles fremde begierig auf und führten es manchmal einen Schritt weiter, und das meist nicht in entscheidender Weise.

Wenn wir die Geschichte der Elektrizität und des Magnetismus an uns vorüberziehen lassen, bekommen wir ein so reiches und mannigfaltiges Schauspiel, daß wir nur die allerglänzendsten Bilder des Zuges hier festhalten können. Vieles scheidet ohnehin aus, da es sich nicht bestimmten Persönlichkeiten und Nationen zuordnen läßt. Immerhin bleibt noch genug des Interessanten und Zweifellosen übrig.

*Erster Akt:* Bei einer bedeutsamen Entdeckung muß man, um die Angelegenheit sachgemäß zu charakterisieren, zwischen Entdecker und Vorläufern unterscheiden; und es ist nicht immer leicht, diese Rollen zu verteilen. In unserem Falle kann hinsichtlich der Grundlagen, hinsichtlich des Geburtsaktes der Elektrik und Magnetik als wahrer Wissenschaften kein Zweifel bestehen. Der Mann, der die Magnetik der Wissenschaft gewonnen hat, und zwar um das Jahr 1600, ist der Engländer *William Gilbert* gewesen, wenn er auch an seinem Landsmann *Robert Norman* (1580) und, noch früher, an dem Deutschen *Georg Hartmann* (1540) Vorläufer gehabt hat. Für die Elektrik andererseits kommt einzig und allein der Magdeburger *Otto von Guericke* in Betracht, da er zuerst (von 1630 ab) systematische Beobachtungen angestellt und sogar etwas gebaut hat,

was bereits als Rudiment einer Elektrisiermaschine gelten darf. Und ein volles Jahrhundert muß vergehen, ehe wir wieder von gleich epochemachenden Experimenten reden können: von denen des Amerikaners *Benjamin Franklin* über elektrische Entladung, Blitz und Blitzableiter. Dann aber, wenn wir nun drittens beide Gebiete auf eine gemeinsame Basis zu stellen wünschen, wenn es sich also um das quantitative Grundgesetz sowohl des Magnetismus als der Elektrizität handelt, haben wir wiederum eine Dreiteilung: *Cavendish* (1771) als Vorläufer des elektrischen, *Tobias Mayer* (1760) als Vorläufer des magnetischen Grundgesetzes, als Entdecker beider aber (1785) unzweifelhaft der Franzose *Charles Augustin Coulomb*. Also schon in dieser ersten Periode ein jeden vorurteilslosen Beschauer befriedigendes Ergebnis: Engländer, Deutsche, Amerikaner und Franzosen als Bahnbrecher.

*Zweiter Akt:* Das italienische Zwischenspiel. Nicht etwa Zwischenspiel, weil es ohne größere Bedeutung wäre, nein, es gehört unmittelbar zur Haupthandlung; aber national und wissenschaftlich ein wenig abseits stehend von der bisherigen und, in gewissem Sinne, auch von der späteren Entwicklung. Die Kontaktelektrizität wurde 1786 von *Galvani*, 1792 von *Volta* nachgewiesen, wobei es ebenso falsch ist, jenem alles Verdienst abzusprechen wie zu leugnen, daß der eigentliche Erkennen *Volta* gewesen ist. Denn wenn bei diesen Versuchen die tierische Elektrizität einerseits, die metallische Kontaktelektrizität andererseits mitwirken, so haben sich im Verlauf der Zeit beide als überaus bedeutsam erwiesen, jene für die Physiologie, diese für die Physik; und wenn wir uns hier auf Physik beschränken, so müssen wir *Voltas* Namen in den Vordergrund rücken.

*Dritter Akt:* Die elektromagnetischen und elektrodynamischen Phänomene, deren Entdeckung Schlag auf Schlag vor sich ging, mit einer Geschwindigkeit, die selbst heutzutage nicht ihres gleichen hat. Allein in das Jahr 1820 fällt die Entdeckung des Dänen *Oerstedt*, betreffend die Ablenkung der Magnethadel durch den elektrischen Strom, die Auffindung der hierfür gültigen Richtungsregel durch *Ampère*, die Feststellung des quantitativen Grundgesetzes der Erscheinung durch *Biot* und *Savart* (diese drei Franzosen), die Konstruktion des bezüglichen Meßinstruments, des Galvanometers, durch *Schweigger* und *Poggendorff* und, als Ergänzung zur ponderomotorischen Wirkung, die Entdeckung der magnetomotorischen Wirkung, d. h. der Magnetisierung des Eisens durch den elektrischen Strom, die man *Arago* verdankt. Dazu kommt dann im nächsten Jahre: der Umkehreffekt, also die magnetelektrische Wirkung, besonders aber die Entdeckung der elektrodynamischen Wirkung, d. h. der ponderomotorischen Wirkung zweier Stromkreise aufeinander; beides durch *Ampère*, der dann sogleich noch seine elektrodynamische

Theorie des Magnetismus hinzufügte. Ferner die Arbeiten von *Davy* und *Faraday*, betreffend die Ablenkung des Lichtbogens im Magnetfelde und die elektromagnetische Rotation. Und endlich die Entdeckung der thermoelektrischen Ströme durch *Seebeck* und ihre Umkehrung, der *Peltiereffekt* — man bedenke: alles das (bis auf das letzte) innerhalb zweier Jahre, und dank dem Zusammenwirken von vier Franzosen, drei Deutschen, zwei Engländern und einem Dänen.

*Vierter Akt:* Die exakten Gesetze und Maßbestimmungen. Allem anderen voranstehend das Ohmsche Gesetz (1827), das eigentlich erst Licht in die Finsternis der Begriffe und Vorstellungen vom elektrischen Strom brachte; und im Anschluß daran, zum Teil auch auf selbständigen Wegen, die Ausbildung der Maßelehre durch *Wilhelm Weber*, sowie die Errichtung des magnetischen wissenschaftlichen Systems durch *Carl Friedrich Gauß*. Also die Arbeit dreier genialer Deutschen, denen als ebenbürtig noch zwei englische Forscher anzureihen wären: der Theoretiker *George Green* wegen seiner, für die Formelsprache der Elektrizität und des Magnetismus grundlegenden Arbeit, und der experimentell überaus geschickte *Wheatstone*, der besonders durch seine allgemein benutzte Meßbrücke sowie durch die erste Messung der Geschwindigkeit des elektrischen Stroms dauernden Ruhm erwarb.

*Fünfter Akt:* *Faraday*, der „naive Held“ (um im dramatischen Bilde zu bleiben), erscheint auf der Bühne mit der Entdeckung der Induktionsströme (1831), des elektrolytischen Grundgesetzes (1833), der magnetischen Drehung der Polarisationssebene des Lichtes, der allgemeinen Verbreitung des magnetischen Zustandes (Para- und Dia-Magnetismus) und vieler anderer wichtiger Tatsachen — in der Tat, eine universelle Kraft, wie sie überhaupt nicht oft und auf unserem Gebiete nur wenige Male auf den Plan tritt. In seinem Geiste weiter arbeitend sind hier noch insbesondere *Plücker* und *Hittorf* zu nennen, insbesondere, was die optischen und chemischen Beziehungsphänomene der Elektrizität und des Magnetismus angeht. Aber nunmehr war das Tatsachenmaterial so reich und überwältigend geworden, daß es geradezu zum systematischen Aufbau drängte; und da sie gebraucht wurden, fanden sie sich ein: die großen Baumeister.

*Sechster Akt:* An ihrer Spitze steht zweifellos *James Clerk Maxwell*, der Begründer der Feldtheorie und der elektrischen und magnetischen Erscheinungen, dessen Werke sich zu den Anschauungen *Faradays* verhalten wie das kodifizierte Kunstrecht zum ungeschriebenen Naturrecht. *Maxwell*, dessen zusammenfassendes Hauptwerk zu den Büchern gehört, deren es nicht viele auf der Welt gibt, die auf Jahrzehnte hinaus den Standard of Life im wissenschaftlichen Sinne angeben und schon als Kunstwerke der Ideenbildung und Darstellung nicht bloß in die Bücherei des Physikers, sondern in die Weltbiblio-

thek gehören. Um ihn herum gruppieren sich die andern großen und genialen Physiker, die die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts in unfaßbarem Maße hervorgebracht hat, und von denen hier nur die gigantischen genannt werden können: *Franz Neumann* und *Lord Kelvin*, *Kirchhoff* und *Helmholtz*. Und gerade der letztgenannte von ihnen führt uns in seiner philosophisch-mathematisch-physikalischen Universalität zur neuen, von seinem größten Schüler eingeleiteten Ära hinüber.

*Siebenter Akt:* *Heinrich Hertz* entdeckt, durch klarsten Einblick in das Prinzipielle der Dinge und durch raffinierte Wahl der Versuchsbedingungen geleitet, die elektrischen Wellen und Strahlen, wirft damit die alte Fernwirkungstheorie vollends über den Haufen, bestätigt letzten Endes die Feldtheorie und legt doch zugleich die Axt an ihre Alleinherrschaft, indem er eine Fülle von Neuem und Neuartigem heraufbeschwört.

Damit sind wir in die *Gegenwart* eingetreten, und diese muß bekanntlich ganz anders angefaßt werden wie die Vergangenheit. Mit unserer begrenzten und ephemeren Erkenntnis sind wir außerstande, über Dinge, die wir selbst erleben, auch nur annähernd ebenso zu urteilen wie über Dinge, die abgeschlossen wie in einem Archive vor uns liegen. Unser Drama, um auch jetzt noch an dem Bilde festzuhalten, hat eben keinen Schluß oder, was vielleicht ein noch bezeichnenderer Ausdruck ist, das historische Drama hat zwar einen Schluß, aber die Schauspieler spielen nachher unter sich und für sich weiter. Trotzdem wäre es natürlich im Hinblick auf den Sinn unserer Betrachtung ganz verkehrt, wenn wir an dieser Stelle abbrechen wollten; denn für die Beurteilung des Anteils der Nationen an der Wissenschaft kommt gerade auch das in unserer eigenen Ära pulsierende Leben ganz besonders in Frage. Nur können wir hier in geringerem Maße als hinsichtlich der vergangenen Zeiten für erschöpfende Gerechtigkeit und Objektivität Garantie leisten, und am allerwenigsten können wir etwas darüber aussagen, was die Zukunft über die Leistungen unserer Zeit für Urteile abgeben wird. Aber das trifft ja alle Beteiligten mehr oder weniger in demselben Grade, ändert also nichts Wesentliches an der nationalen Verteilung der Verdienste.

Da sind nun zunächst die epochemachenden *Phänomene* hervorzuheben, deren Kenntnis wir den Entdeckungen der letzten Jahrzehnte verdanken und die wenigstens zum Teil schon durch die Namen, die sie erhalten haben, ihre Entdecker verewigen. Also, um nur das Allerwichtigste herauszugreifen: die Kathodenstrahlen (die freilich schon längst bekannt waren) mit ihrem Austritt ins Freie (*Lenard*), die Kanalstrahlen (*Goldstein*) und die Anodenstrahlen (*Gehrcke* und *Reichenheim*); dann die Röntgenstrahlen und die Becquerelstrahlen, letztere, wie man weiß, an sich wieder eine ganze Gruppe von Strahlen, die durch



ihrer Kräfte an den Ehren des Kampfes teilgenommen haben. Ein mehr ins romantische gerichteter Geist wird es vielleicht vorziehen, an die *Sterne* zu denken, die am wissenschaftlichen Himmel leuchten; diesem rate ich, sich einfach von dem beistehenden Bilde ein Negativ anzufertigen, auf dem die Sterne verschiedener Größenklassen hell auf dunklem Grunde erscheinen: das Ergebnis bleibt natürlich das gleiche.

Und wenn man nicht willens ist, sich mit diesem allgemeinen Ergebnis genügen zu lassen, so möchte man auf den Gedanken kommen, wenigstens *qualitative* Unterschiede in der Art und Weise aufzusuchen, wie sich die Nationen an den großen Problemen beteiligen; also etwa so, daß die eine mehr für die intuitive Auffindung neuer Tatsachen, eine andere mehr für die theoretische Begründung, eine dritte mehr für den Ausbau des Systems befähigt wäre. Ich habe mir alle erdenkliche Mühe in dieser Richtung gegeben, aber — nach einigen Scheinerfolgen im einzelnen — doch schließlich mit negativem Gesamtergebnis. Es ist wahr: eine Persönlichkeit von so ursprünglicher Genialität in der Erfassung des entscheidenden wie *Faraday*, eine so klar das gesetzmäßige herausarbeitende geistige Kraft wie *Georg Simon Ohm*, ein so geschickt und elegant operierendes Talent wie *Ampère* (um von anderen zu schweigen) findet sich nicht so leicht wieder; aber das sind eben geniale Individuen, und sie stehen vielleicht mit den Füßen in ihrer Nation, mit dem Kopfe aber ragen sie in die freie Atmosphäre des Weltgeistes hinauf. Und niemand wird leugnen wollen, daß die Wissenschaft mit dem Kopfe gemacht wird und nicht mit den Füßen.

Jedenfalls ersieht man aus dem Vorstehenden, was es mit der Behauptung: die Deutschen hätten niemals in der Wissenschaft etwas selbständiges geleistet, sie verständen es nur, die Ideen von anderen zu übernehmen und weiter zu entwickeln — in Wahrheit für eine Bewandnis hat. Gerade das Gegenteil ist der Fall: im Auffinden neuer Tatsachen, in der Aufstellung neuer Theorien, im Aufbau systematischer Lehren stehen sie hinter keiner anderen Nation zurück, ja sie marschieren mit an der Spitze. Und wenn sie dazu ihre angeborene Begabung und der sittliche Ernst ihres Denkens in erster Linie befähigt, so werden sie — das braucht gar nicht geleugnet zu werden — noch ganz wesentlich unterstützt durch die unbefangene und emsige Art, wie sie die anderen Nationen bei ihrer Arbeit beobachten und das Gute nehmen, wo sie es als Gemeingut aller derer, die weiter arbeiten wollen, finden. Unsere, jetzt kaum noch als solche zu bezeichnenden Stammesvettern jenseits des nunmehr so gefährlich gewordenen Kanals würden zweifellos noch mehr leisten als sie es ohnehin schon tun, wenn sie sich nicht beinahe bewußt mit Scheuklappen ausrüsteten gegen alles, was nicht englisch ist und deshalb nach ihrer Meinung nicht verdient, für voll genommen zu werden.

Und wenn wir unsere Betrachtungen mit der Hoffnung schließen, daß nach dem Kriege wieder ruhigere und gerechtere Anschauungen über neutrale Dinge auch bei unseren Feinden von heute Platz greifen werden, so ist diese Hoffnung nach dem eingangs Gesagten vielleicht nicht allzu berechtigt. Aber die Hoffnungen sind nun einmal dazu da, gehegt zu werden, und um den, der sie hegt, für etwaige spätere Enttäuschungen in gewissem Sinne wenigstens im voraus zu entschädigen.

## Die Schwimmblasen der Büschelmücke, *Corethra plumicornis*.

Von Dr. O. Steche, Leipzig.

In unseren stehenden Gewässern lebt in großer Zahl die Larve einer unseren gemeinen Stechmücken nahe verwandten Art, die wegen der zierlichen federartigen Fühler, wie sie besonders das Männchen auszeichnen, den Namen Büschel- oder Federmücke erhalten hat. Während die geschlechtsreifen Tiere ihr kurzes Dasein in der Luft verbringen, spielt sich die ganze Entwicklung im Wasser ab. Die Eier werden in scheibenförmigen Gelegen auf der Oberfläche abgesetzt, aus ihnen entwickeln sich nach 4—5 Tagen sehr merkwürdige Larven, die seit langem den Forschern bekannt und vielfach untersucht sind, heutzutage auch in jedem zoologischen Laboratorium den Praktikanten zum Studium vorgelegt werden. Sie verdanken diese Beliebtheit ihrer vollendeten Durchsichtigkeit, die es ermöglicht, am lebenden Tiere alle Einzelheiten der Organisation und der Entwicklung zu erkennen. Daß aber selbst ein so viel beobachtetes Objekt noch eine Fülle interessanter Probleme bietet, zeigt eine kürzlich von *v. Frankenberg* im zoologischen Institut zu Leipzig ausgeführte Untersuchung. Ihr Gegenstand waren in erster Linie die sog. Schwimmblasen. Wenn man eine *Corethra* im Wasser beobachtet, so ist der Körper kaum wahrzunehmen, da er sich gar nicht von der Umgebung abhebt; das einzig Auffallende sind zwei silberglänzende Blasenpaare, die man im Wasser schweben sieht. Bei genauerem Zusehen erkennt man, daß sie im Körper der Büschelmücke liegen, eine in der Hinterbrust, die andere im drittletzten Ringe des Hinterleibes. Sie sind mit Luft erfüllt, daher der lebhafte Silberglanz, und dienen dem Tiere dazu, sich ohne Muskelarbeit im Wasser schwebend zu erhalten, leisten also dieselben Dienste wie die Schwimmblasen der Fische. Unsere Abbildung, die der Arbeit *v. Frankenbergs* entnommen ist, zeigt eine erwachsene Larve in seitlicher Ansicht (Fig. 1). Man erkennt deutlich die beiden etwas eingerollten, von einer Kappe von Pigmentzellen überdeckten Blasen (in der Seitenansicht ist von jedem Paare nur eine zu sehen). Sie halten den Körper unter normalen Verhältnissen genau wagrecht im Wasser, durch die etwas erhöhte Lage wird der Rücken stets nach oben gerichtet. So schwebt die Larve fast bewegungslos, nur von Zeit zu Zeit durch einige schnelle Muskelzuckungen ihre Höhenlage regulierend. Gelangt ein Beutetier in den Gesichtskreis der auffallend großen Augen, so stürzt sie sich durch den Schlag des Fächers kräftiger, befiederter Schwanzborsten darauf und hackt nach ihr mit den derben hakenartigen Antennen, die an der Spitze des kurzen, gedrungenen Kopfes stehen. Die



Corethralarve ist ein gefährlicher Räuber, der sich von allen Wassertieren ernährt, die er bewältigen kann, besonders von Wasserflöhen (Daphniden und Cyclopiden).

Die Schwimmblasen entstammen dem Tracheensystem, den für alle Insekten charakteristischen Atemröhren, welche den ganzen Körper durchziehen und die inneren Organe mit Luft versorgen. Wie die Abbildung zeigt, ist dies System auch bei unserer Larve vorhanden, man sieht einen dünnen Längsstamm jederseits den ganzen Körper durchlaufen und von ihm kleinere Nebenäste abgehen. Alle diese Gänge sind aber für gewöhnlich luftleer und außerordentlich dünn, auch die Öffnungen nach außen, die Stigmen, durch welche bei luftlebenden Insekten die Atemluft eintritt, fehlen, wie bei vielen Wasserinsekten. Einzig die Tracheenblasen oder Schwimmblasen enthalten Luft.

Eines der Probleme, die sich aufdrängten, war das, woher und auf welchem Wege die Luft in die Blasen hinein gelangt. Beobachtet man die Embryonen im Ei und die eben geschlüpften Larven, so findet man die Blasen wohlausgebildet, aber mit Flüssigkeit erfüllt, wie auch die Tracheenröhren. Die Füllung erfolgt bald nach dem Schlüpfen, so plötzlich, daß sie bisher von keinem Beobachter verfolgt war. Das Gas könnte theoretisch aus zwei Quellen stammen, entweder aus dem Blute oder aus der Umgebung, v. Fran-

gemacht ist. Dann füllt sich auch nach längerer Zeit keine Blase, sowie man aber die Tiere in lufthaltiges Wasser zurückbringt, sind etwa in einer Minute alle Blasen gefüllt. Daß es sich dabei nicht etwa um einen einfachen Diffusionsvorgang, sondern um aktive Beteiligung der Zellen handelt, lehren weitere Beobachtungen. Wenn man die Tiere ganz kurz nach dem Schlüpfen in entlüftetes Wasser bringt, so füllen sich meist bei einigen, und zwar den am ersten geschlüpften, die Blasen, bei den anderen tritt überhaupt kein Gas auf. Bei einfacher Diffusion müßte hier eine unvollständige Füllung zu beobachten sein, tatsächlich handelt es sich aber um einen Speicherprozeß, wohl in Form einer chemischen Bindung; erst durch hinreichende Sättigung wird ein Auslösmechanismus eingeschaltet, der die Verbindung zum Zerfall bringt. Tatsächlich findet man an der Eintrittsstelle große blasige Zellen, die den Eindruck von Drüsenzellen erwecken, also Gasdrüsen, wie sie ähnlich bei Fischen mit geschlossener Schwimmblase und bei Siphonophoren vorkommen. Für solche aktive Sekretion spricht auch die Tatsache, daß die Füllung auch eintritt, wenn man die Tiere in Unterdruck setzt, es erfolgt dann die Füllung gegen das Druckgefälle. Es ist leicht möglich, daß solche Sekretionsprozesse bei der Tracheenfüllung vieler Wasserinsekten von Bedeutung sind, vielleicht auch während des Lebens für den Gaswechsel eine wichtige Rolle spielen.

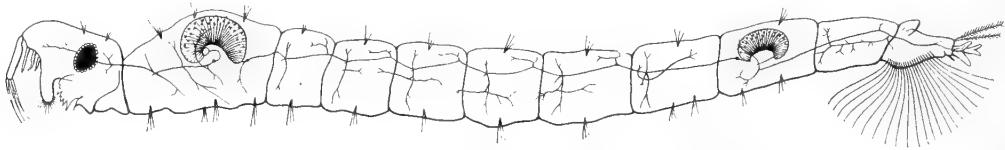


Fig. 1. Erwachsene Larve von *Corethra* von der Seite gesehen, eingezeichnet ist nur das Auge und das Tracheensystem mit den Schwimmblasen. Nach einer Zeichnung von v. Frankenberg.

kenbergs Untersuchungen haben den zweiten Weg nachgewiesen; er beobachtete, wie plötzlich in den Tracheenröhren Luft auftrat, u. z. vom Hinterende her. Diese Luft schießt ruckweise durch den Längsstamm und füllt zunächst die Hinterblasen, dann schreitet die Füllung bis zu den Vorderblasen fort. Für kurze Zeit ist das ganze System luftgefüllt, sehr schnell schwindet aber die Luft aus den Röhren und nach wenigen Minuten sind nur noch die Blasen lufthaltig, während in die übrigen Teile wieder Flüssigkeit eingedrungen ist. Die Blasen sind gegen die Längsstämme durch eine Art Ventil dicht abgeschlossen. Dieser Eintritt der Luft bietet nun schon manches Überraschende; er vollzieht sich durch die Haut des Tieres, u. z. an einer bestimmten Stelle der Rückenhaut, die der entspricht, an welcher bei den gewöhnlichen Mückenlarven das Atemrohr zur Aufnahme von Luft von der Wasseroberfläche gelegen ist. Schneidet man ein frisch geschlüpftes Tier etwa in der Mitte quer durch, so füllt sich die Hinterhälfte ganz normal, die vordere bleibt leer; schneidet man nur das Endstück ab, in dem die Eintrittsstelle liegt, so füllt sich das Tier nicht, obwohl die Tracheenstämme frei mit dem Wasser in Berührung stehen. Es muß sich also offenbar um einen Sekretionsprozeß handeln, durch den die Luft aus dem umgebenden Wasser nach innen abgeschieden wird. Daß sie aus dem Wasser stammt und nicht etwa aus dem Blute des Tieres, läßt sich leicht dadurch beweisen, daß man die Eier in Wasser ausschlüpfen läßt, das durch Kochen luftleer

Versuche mit Druckänderungen bringen noch weitere merkwürdige Ergebnisse. Sie zeigen, daß die Tiere mit ihren allseitig abgeschlossenen Luftblasen sich verhalten wie cartesianische Taucher. Erhöht man den Druck, so wird die Luft in den Blasen komprimiert, das spezifische Gewicht steigt und die Tiere sinken zu Boden; setzt man den Druck herab, so dehnen sich die Blasen aus und die Tiere werden an die Oberfläche getrieben. Wartet man nun lange genug, so sieht man eine Regulation eintreten. Nach mehreren Stunden ev. Tagen sind die Larven wieder im Gleichgewicht. Stellt man jetzt wieder gewöhnlichen Druck her, so zeigt sich, daß die zu leichten Tiere aus Unterdruck zu schwer, die aus Überdruck umgekehrt zu leicht geworden sind. Es müssen also die ersten Luft abgegeben, die anderen welche aufgenommen haben, obwohl für gewöhnlich die Blasenwand offenbar nicht für Luft durchgängig ist. Anscheinend bereitet aber die Blasenwand dem Durchtritt große Hindernisse, da er so sehr langsam erfolgt. Aufnahme und Abgabe des Gases erfolgt wahrscheinlich durch das Blut. Das Ganze ist wohl keine aktive Regulation des Tieres, wie dies von anderen angenommen wurde, sondern ein rein physikalischer Vorgang. Setzt man den Druck sehr stark und plötzlich herab, so daß die Elastizitätsgrenze der Blasenwand überschritten wird, so platzen die Blasen, das Blut dringt in den Hohlraum und zehrt in Kürze die Luft auf, ebenso wie es dies normal in den Tracheenstämmen nach der ersten Füllung tut. Die Matrixzellen der Tracheenblasen müssen also spezielle

Permeabilitätsverhältnisse haben, die den Zutritt des Blutes verhindern.

Die Corethralarven besitzen aber daneben einen wohl ausgebildeten aktiven Regulationsmechanismus, durch den sie die Größenzunahme der Blasen während des Wachstums des Körpers regeln. Es liegt auf der Hand, wie wichtig dies ist. Das Schweben in der wagerechten Stellung hängt ja von einer ganz genauen Ausbalancierung des Körpers ab. Nun wächst dessen Gewicht dauernd; das Volumen der Blasen könnte sich dagegen eigentlich nur sprungweise, von Häutung zu Häutung, ändern, da das Chitin der Tracheenwand im allgemeinen als starr angesehen wird. Eine Ausdehnung wäre denkbar durch Steigerung des Luftdrucks im Inneren der Blasen, der die Wand elastisch dehnte, dann müßte aber beim Anstechen der Blasen ein Zurückschnellen erfolgen. Versuche lehrten jedoch, daß sich ihre Maße dabei nicht änderten. Die Lösung der Schwierigkeit war sehr überraschend, die Ausdehnung geschieht nämlich durch Quellung der Blasenwand. *v. Frankenberg* beobachtete, daß in die Wand der Schwimmblasen Spiralleisten eingelagert sind, wie das bei Tracheen allgemein zur Versteifung üblich ist. Diese lagen zu Anfang dicht zusammen und waren sehr schmal, mit zunehmendem Wachstum rückten sie auseinander und verbreiterten sich stark. Daß es sich dabei in erster Linie um Quellungsvorgänge handelt, ließ sich an isolierten Blasen zeigen. Legte man solche, von denen die Matrixzellschicht entfernt war, in Leitungswasser, so nahmen sie an Umfang zu, ließ man sie trocknen, so schnurrten sie zusammen, um sich bei Benetzung wieder auszudehnen. Alkohol bewirkte ebenfalls Verkleinerung, ebenso Kochsalzlösung, also wasseranziehende Substanzen. Brachte man aber eine mit Kochsalzlösung behandelte Blase in Wasser zurück, so quoll sie weit über das ursprüngliche Maß hinaus; die Salzlösung hat also eine Quellung fördernde Wirkung. Ein solcher Quellung erzeugender Stoff ist nun offenbar auch im Blute des Tieres vorhanden, denn legt man die Blasen anstatt in Wasser in Larvenblut, so quellen sie sofort sehr stark. Allem Anschein nach wird nun auch im Körper die Quellung durch Zutritt dieses Stoffes aus dem Blute bewirkt. Das Tier vermag also die Permeabilität der Matrixzellen reflektorisch zu ändern, ein Befund von erheblichem vergleichend physiologischem Interesse. Zerquetscht man eine Blase im Körper, so daß das Blut von innen Zutritt erhält, so sieht man sofort Quellung auftreten.

Die Regulation dieses Quellungsvorganges ist außerordentlich fein. Es wird nicht nur die Gewichtszunahme im allgemeinen ausgeglichen, sondern die plötzlichen Veränderungen, wie sie bei der Nahrungsaufnahme entstehen, werden sofort kompensiert. Hat eine *Corethra* eine Daphnie gefressen, so wachsen in kurzem beiden Blasenpaare, und zwar das vordere stärker, da der Nahrungskörper zunächst im Vorderdarm liegt. Rückt er im Laufe der Verdauung nach hinten, so vergrößern sich die Hinterblasen; läßt man das Tier hungern, so setzt auch das Wachstum der Blasen aus. Zerquetscht man im lebenden Tiere eine Blase, was sich durch Druck mit einer breiten Pinzette leicht ausführen läßt, oder bringt man sie durch Unterdruck zum Platzen, so wachsen die übrigen so lange, bis das Tier wieder schwebt, wenn auch nicht in der gewohnten Stellung. Der Reiz, der die Regulation auslöst, wird wahrscheinlich durch die Reibung der zahlreichen gefiederten Tastborsten der Haut beim Sinken im Wasser geliefert.

Dieser an sich schon verwickelte Mechanismus wird nun noch dadurch kompliziert, daß die Quellung der Blasenwand nicht nach allen Richtungen gleichmäßig erfolgt. Bei der genauen, messenden Verfolgung der Ausdehnung der Blasen beobachtete nämlich *v. Frankenberg*, daß die Zunahme ganz überwiegend in der Längsrichtung erfolgte, während die Breite sich nur wenig änderte. Die Quellung erfolgt senkrecht zur Längsrichtung der Spiralleisten (vgl. Fig. 1). Wodurch das bedingt ist, etwa durch eine Verschiedenheit der Substanz der Spiralleisten und der dazwischenliegenden, die sicher stark quillt, ließ sich aus dem mikroskopischen Bilde nicht mit Sicherheit feststellen.

Ein besonderes Interesse beanspruchte das Verhalten der Tracheenblasen bei der Häutung. Bei den Insekten wird im allgemeinen die Chitinbedeckung der Tracheen ebenso wie die des Körpers bei der Häutung abgehoben und durch die Stigmen nach außen entfernt. Es war von vornherein sehr unwahrscheinlich, daß bei den engen, mit Flüssigkeit erfüllten Tracheenstämmen hier dieser Weg eingeschlagen würde. Tatsächlich ergab sich auch, daß die Haut der Blasen nicht nach außen entleert wird. Naht die Häutung, so sieht man die Matrixschicht sich von der Blasenwand abheben; es bildet sich eine neue Chitinschicht und die alte wird im Lumen der Blasen aufgelöst, verdaut. Es muß vom Blute oder von den Matrixzellen also eine Substanz ausgeschieden werden, die das abgestoßene Chitin auflöst, das frisch gebildete aber nicht angreift; wir finden hier eine interessante Parallele zu der Frage, warum sich die Wände des Verdauungskanal nicht selbst verdauen. Zerquetscht man eine Blase, so daß sie sich mit Blut füllt, so erfolgt die Häutung normal, die alte Chitinhaut wird aber nicht aufgelöst!

Die neu angelegte Blasenwand ist nun wesentlich anders gestaltet als die alte. Während der Häutung sieht man, wie der Durchmesser der Blasen in der Längsrichtung stark zurückgeht, dagegen in der Dicke zunimmt. Die rechte Vorder- und Hinterblase eines Tieres, dessen Kopf und Brustabschnitt zusammen 2268  $\mu^1$  lang waren, maß vor der Häutung:

	Länge	Dicke	Volumen
rechte Vorderblase	403 $\mu$	213 $\mu$	17 283 707 $\mu^3$
rechte Hinterblase	291 $\mu$	168 $\mu$	8 213 184 $\mu^3$
Volumen des ganzen Tieres	3 658 840 407 $\mu^3$		
	Länge	Dicke	Volumen
rechte Vorderblase	300 $\mu$	280 $\mu$	23 520 000 $\mu^3$
rechte Hinterblase	186 $\mu$	212 $\mu$	8 359 584 $\mu^3$
Volumen des ganzen Tieres	3 658 840 407 $\mu^3$		

Das unter der Annahme, daß sich Höhe und Dicke der Blasen wie 1:1 verhalten, berechnete Volumen wäre also bei den Vorderblasen von 1 auf 1,36 gestiegen, bei den Hinterblasen fast gleich geblieben. Das auf Grundlage der Durchschnittsmaße berechnete Volumen des Gesamtkörpers stieg bei der Häutung im Verhältnis 1:1,28. Das Volumen der beiden Blasenpaare berechnet sich danach vor der Häutung auf  $\frac{1}{72}$ , nach der Häutung auf  $\frac{1}{79}$  des Gesamtvolumens, sie sind also im Verhältnis kleiner geworden, was einmal auf den Substanzverlust des Tieres durch Abwerfen der Haut zurückzuführen sein mag, andererseits darauf, daß die Zunahme des Körpervolumens durch Wasseraufnahme hervorgerufen ist.

Die Formänderung der Blasen ist sehr bedeutungsvoll, denn mit der Dickenzunahme ist nun wieder Gelegenheit gegeben, durch Quellung die Längsausdehnung zu vermehren und so bis zur nächsten Häutung

<sup>1)</sup> Anm.: 1  $\mu$  =  $\frac{1}{1000}$  mm.

das Volumen zu vergrößern. Mit welcher Exaktheit sich das Wachstum der Blasen dem Verhalten des Tieres anpaßt, möchte ich kurz in einer Tabelle darlegen.

17. 6. Tier in der 3. Haut. Vordarm und Darm voll:	
Länge der rechten Vorderblase	313 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	217 $\mu$ .
Kopf und Brust	1827 $\mu$ .
18. 6. Vordarm und Darm mäßig voll:	
Länge der rechten Vorderblase	336 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	257 $\mu$ .
Kopf und Brust	1921 $\mu$ .
19. 6. Vordarm und Darm voll:	
Länge der rechten Vorderblase	403 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	309 $\mu$ .
Kopf und Brust	2047 $\mu$ .
20. 6. Vordarm mäßig voll:	
Länge der rechten Vorderblase	409 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	311 $\mu$ .
Kopf und Brust	2069 $\mu$ .
21. 6. Gehäutet, Vordarm und Darm voll:	
Länge der rechten Vorderblase	358 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	257 $\mu$ .
Kopf und Brust	2457 $\mu$ .
22. 6. Darm voll:	
Länge der rechten Vorderblase	441 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	347 $\mu$ .
Kopf und Brust	2583 $\mu$ .
23. 6. Nahrung entzogen, Darm noch ziemlich voll:	
Länge der rechten Vorderblase	436 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	336 $\mu$ .
Kopf und Brust	2608 $\mu$ .
24. 6. Darm fast leer:	
Länge der rechten Vorderblase	436 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	324 $\mu$ .
Kopf und Brust ändert sich nicht während der Hungerperiode.	
25. 6. Länge der rechten Vorderblase	436 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	319 $\mu$ .
26. 6. Länge der rechten Vorderblase	436 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	318 $\mu$ .
Tier erhält Daphnien als Futter. Nach 90':	
Länge der rechten Vorderblase	492 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	342 $\mu$ .
Tier, das nach dem Fressen zu schwer war, wieder im Gleichgewicht.	
27. 6. Vordarm und Darm voll:	
Länge der rechten Vorderblase	520 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	369 $\mu$ .
Kopf und Brust	2734 $\mu$ .
28. 6. Vordarm und Darm voll:	
Länge der rechten Vorderblase	537 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	417 $\mu$ .
Kopf und Brust	2803 $\mu$ .
29. 6. Vordarm und Darm voll:	
Länge der rechten Vorderblase	559 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	459 $\mu$ .
Kopf und Brust	2803 $\mu$ .
30. 6. Vordarm und Darm voll:	
Länge der rechten Vorderblase	604 $\mu$ .
Länge der rechten Hinterblase	481 $\mu$ .
Kopf und Brust	2835 $\mu$ .

usw.

Ganz anders als bei der Larve gestaltet sich der Schwebmechanismus bei der Puppe. Bei der letzten Häutung verbreitern sich die Tracheenstämme wesentlich, so daß die Häute der Blasen nach außen entleert werden können. Die Blasen verschwinden, an ihre

Stelle treten die sog. Nackenrohre, zwei zipfelförmige Ausstülpungen der Mittelbrust, die wie lange Ohren über den Kopf der Puppe in die Höhe ragen. Die Puppe, deren Form sehr der unserer gewöhnlichen Stechmückenpuppen gleicht, schwebt dadurch senkrecht mit dem Kopf nach oben im Wasser. Da die Puppe keine Nahrung zu sich nimmt, so fehlt diesem Schwebapparat völlig die Regulationsfähigkeit. Doch können auch die Puppen im Experiment kleine Druckschwankungen ausgleichen, und zwar viel schneller als die Larven; sie haben nämlich noch ein zweites Luftreservoir vor der Brust unter den Flügelscheiden, vermutlich kann dessen Umfang durch Anlegen oder Spreizen der Flügelscheiden verändert werden. Diese Regulation tritt fast momentan ein, ihr Umfang ist aber sehr gering.

## Besprechungen.

**Kerschensteiner, G., Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts.** Leipzig, B. G. Teubner, 1914. 141 S. Preis geh. M. 3,—, geb. M. 3,60.

Es gibt wohl nur wenige Dinge, die bei den Gebildeten aller Stände einem so allgemeinen Interesse begegnen, wie die Frage nach der zweckmäßigsten Gestaltung unseres Jugend-Schulunterrichts. Auch wenn man zugunsten einer sachlichen Diskussion alle schönen „sozialen Forderungen“, wie die einer Einheitsschule und gleicher geistiger Entwicklungsmöglichkeit für alle Kinder ruhig als politische Machtfragen beiseite stellt, und sich nur auf das Thema unserer höheren zum Universitäts- und Hochschulunterricht berechtigenden Schulen beschränkt, so bleiben doch noch genug Schwierigkeiten, die die Möglichkeit einer Verständigung der Parteien in weite Ferne rücken. Zurzeit überwiegen im allgemeinen noch viel zu extreme Ansichten, die sich meist im Rahmen einer durchaus negativen Kritik bewegen und sich bald in unwürdigen Schimpfereien auf den sprachlich-historischen Unterricht unserer humanistischen Gymnasien äußern, bald in einer nicht minder verwerflichen Mißachtung und Verkennung aller naturwissenschaftlichen Methoden zutage treten.

Immer wieder vermißt man schon am Anfang einer jeden Diskussion die resignierte Erkenntnis, daß nun einmal auf jedem Gebiete des menschlichen Lebens wie überall in der Natur der „Nutzeffekt“ sich in recht bescheidenen Grenzen bewegt, und daß mit einer noch so ehrlichen Entrüstung über Vergeudung von Arbeit und Zeit im Grunde nur herzlich wenig gewonnen wird. Eine starke Ungleichheit im Materiale der Schüler wie in der Berufsbefähigung der Lehrer, verbunden mit der finanziellen Notwendigkeit eines Massenbetriebes, sind noch die äußerlichsten Gründe, die unsere Schulen zum Kompromiß zwischen den widersprechendsten Forderungen zwingen: Als eine der wichtigsten wird wohl die Mehrzahl mit *Kerschensteiner* die systematische Ausbildung und Übung unseres Denkvermögens anerkennen und *Kerschensteiner* gibt hier einen außerordentlich geschickten Vergleich zwischen dem Kampf mit den Schwierigkeiten einer altsprachlichen Übersetzung und der Lösung einer physikalischen oder anderen naturwissenschaftlichen Aufgabe, ein Vergleich, der entschieden nicht zuungunsten des altsprachlichen Unterrichts ausfällt. Als unerlässlich gilt ferner die Aneignung eines recht erheblichen Maßes positiver Kenntnisse. Hier vertritt *Kerschensteiner* durchaus die „Konzentration“, die „radikale Abkehr vom Encyklopädismus“, und er bekämpft somit indirekt

eines der am weitesten verbreiteten Vorurteile, es sei die Schule das gegebene Objekt unseres Mißmutes, falls wir in allen Lebenslagen wieder und wieder im Lexikon unseres Kopfes eine Lücke in den zahlreichen Rubriken der allgemeinen Bildung entdecken. Die systematische Schulung des Gedächtnisses auf einem begrenzten Gebiete ist für jegliche produktive Arbeit sicher erheblich wertvoller als ein rein mechanisches Vielwissen oder Auswendiggelernthaben, das bei einer Zersplitterung des Lehrstoffes unausbleiblich ist. So einleuchtend die bewußte Beschränkung des Unterrichtsumfanges auch ist, so wird allerdings die Auswahl niemals im Sinne aller zu treffen sein. Selbst wenn man auf die Begabung des Schülers und die Neigung des Lehrers jedwede theoretisch erwünschte Rücksicht nehmen kann, spielt hier doch die unendlich schwierige Entscheidung der Frage hinein, ob den der logischen Methode zugänglichen Gebieten der Vorzug gebührt, oder denen der „Werte“, denen wir doch trotz aller Erkenntnis ihrer praktischen Bedeutung heute noch in gleicher Hilflosigkeit gegenüberstehen, wie die Menschen früher den Problemen der modernen Naturwissenschaft, bevor die experimentell-induktive Methode entdeckt war.

Die Art, in der *Kerscheneister* zu diesen und anderen hier nur flüchtig angedeuteten Fragen Stellung nimmt, ist in vielem außerordentlich anregend und frei von Einseitigkeiten, und vor allem spricht hier die praktische Erfahrung des Mannes, der das „Fundamentgesetz aller Schulorganisation“ in der Forderung erblickt, daß „jeder Schüler noch Zeit und Kraft haben soll, sich auch außerhalb der Schulaufgaben mit ernstlichen Dingen zu beschäftigen, die ganz auf seine persönlichen Neigungen gestellt sind“. *R. Pohl, Berlin.*

**Locy, William A., Die Biologie und ihre Schöpfer.** Übersetzt von *E. Nitardy*, mit einem Geleitwort von Prof. Dr. *I. Wilhelmi*. Jena, Gustav Fischer, 1915. XII, 415 S. und 97 Textbilder. Preis gehl. M. 7,50, geb. M. 8,50.

Die amerikanische Biologie steht heute unbestritten auf einer hervorragend hohen Stufe. Wir verdanken ihr eine Fülle wichtiger Forschungen und ausgezeichnete zusammenfassende Darstellungen (*Jennings, Kellogg, Morgan*). Es mußte daher von besonderem Interesse sein, einen amerikanischen Autor über die Geschichte gerade dieser Wissenschaft zu hören. Ich muß gestehen, daß die Erwartungen, mit denen ich an *Locy's* Buch herantrat, stark enttäuscht worden sind. Der Zweck des Werkes ist, nach dem Vorwort des Verfassers, „eine populäre Schilderung der Entwicklung der Biologie, als Einführung in die allgemeine Biologie und Anleitung zu gutem Vortrage derselben“; es ist also in erster Linie für Studenten und Lehrer, sowie für gebildete Laien geschrieben. Seine Absicht sucht *Locy* dadurch zu erreichen, daß er uns die bedeutendsten biologischen Forscher in ihrem Leben und den wichtigsten von ihnen geschaffenen Werken vorführt. Es fehlt ihm aber m. E. die Fähigkeit zu plastischer Gestaltung, so daß weder ein lebendiges Bild des Stromes der Ideen, noch der von ihm gehemmten oder getragenen Persönlichkeiten entsteht. Dafür werden gelegentlich Anekdoten gegeben, die völlig bedeutungslos für den Geschilderten sind (cf. *Weismann*, S. 343, *Darwin*, S. 364). Auch das Charakteristische der wissenschaftlichen Leistung ist nicht immer scharf erfaßt (cf. *Joh. Müller*, S. 155, *Claude Bernard*, S. 160). Auffallend ist die schwankende und widerspruchsvolle Be-

wertung einiger Forscher (*Malpighi*, S. 48 ff. und 165 ff.). Die Anlage des Werkes ist so, daß nach einer Einleitung über die Biologie bis zur Renaissance die einzelnen Zweige: makroskopische und mikroskopische Anatomie, Systematik, vergleichende Anatomie und Histologie, Physiologie, Embryologie und Paläontologie in ihrer Entwicklung bis zum Ausgang des 19. Jahrhunderts kurz vorgeführt werden. Dazu kommen Abschnitte über Zelltheorie und Protoplasma, Urzeugung und Erbliehkeit. Dieser Teil umfaßt 286 S. Der zweite Hauptteil von 100 Seiten behandelt die Lehre von der Stammesentwicklung und schließt mit einem Ausblick auf die Bestrebungen und Ziele der heutigen Biologie. Die Schilderung der verschiedenen Entdeckungen und Theorien beschränkt sich naturgemäß auf die Hauptzüge, es gelingt aber auch da dem Verf. nicht immer, das Wesentliche herauszuheben und dem Nicht-Fachmann verständlich zu machen. So bezweifle ich z. B., daß jemand, der die Verhältnisse nicht kennt, einen Begriff von den wirklichen Leistungen *Bichats* bekommen kann; an so verwickelten Aufgaben, wie eine kurze Darlegung der Weismannschen Theorie, ist L. völlig gescheitert; einiges, wie die Schilderung des Verhältnisses von *de Vries* zu *Darwin*, ist m. E. auch sachlich nicht korrekt. Dem Fachmann bietet die Darstellung wohl kaum irgendwo etwas Neues von Bedeutung.

Sehr zu bedauern ist, daß der Begriff der Biologie recht einseitig vom Standpunkte des Zoologen gefaßt ist. Die Botanik ist einigermaßen berücksichtigt, dagegen erfährt man eigentlich nichts Positives von den Fortschritten der Physiologie, abgesehen von einer ziemlich deplacierten Erwähnung des Bellschen Gesetzes; die Entwicklung der Muskel- und Sinnesphysiologie wird gar nicht, die der Tierpsychologie mit einem Satze gestreift. Die chemische und physikalische Seite der Biologie fehlt vollkommen, bis auf einige farblose Bemerkungen auf S. 160/61. Über das Substrat des Lebens findet man eigentlich nichts, die organische Synthese von *Liebig* bis *E. Fischer*, die Theorien der Antikörper und Serumreaktionen, die physikalische Chemie von *Graham* und *Ostwald* bis zu den Forschungen *Loeb's* wird mit Stillschweigen übergangen. Charakteristisch ist denn auch, was der Verf. am Schlusse als „Hauptziele der biologischen Forschung allgemein unter Schlagworte zusammenfaßt: Experimentalstudien über Vererbung, Entwicklung und Lebensgewohnheiten; eingehende anatomische Untersuchungen, besonders über Cytologie und Neurologie; Förderung und Verbreitung der Ergebnisse durch Zeitschriften; Darbietung von Forschungsgelegenheiten in besonders dazu ausgerüsteten Laboratorien; Erforschung der Fossilien; Anwendung der gesamten Resultate zu Nutz und Frommen der Menschheit“. Die eigentliche „Biologie“, der Ablauf der Lebensprozesse im Einzelwesen, fehlt darin fast völlig.

Ein großer Vorzug des Buches sind die zahlreichen recht guten Bilder bedeutender Männer, zum Teil nach Originalen hergestellt, sie kommen allerdings größtenteils auf Rechnung des Übersetzers und des deutschen Verlages. Die Übersetzung ist an einigen Stellen gekürzt, wieweit dadurch der Charakter des Originals geändert ist, vermag ich nicht zu sagen, da mir dies im Augenblick nicht zugänglich ist. In einer Reihe von Anmerkungen verhält sich der Übersetzer recht kritisch zu seinem Autor.

Nach dem Gesagten vermag ich in dieser Übersetzung keine wesentliche Bereicherung der deutschen Literatur zu erblicken. *O. Steche, Leipzig.*

**Reinhard, Anatol v., Beiträge zur Kenntnis der Eiszeit im Kaukasus.** Geogr. Abh. N. F. Heft 2. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. 114 S., 3 Tafeln, 1 Karte. Preis M. 6.—.

Die moderne, durch *Penck* und *Brückner* begonnene Durchmusterung der Alpentäler in Rücksicht auf die klimatologischen und morphologischen Erscheinungen der Eiszeit gab die Anregung dazu, unter diesen neuzeitlichen wissenschaftlichen Gesichtspunkten nunmehr auch andere Hochgebirge der Erde genauer zu erforschen. Das ist bisher vorzugsweise in manchen Teilen Asiens geschehen. Neben den Abhandlungen *Machatschek*s über den westlichen Tienschan darf die vorliegende Schrift unter diesen Arbeiten wohl die erste Stelle beanspruchen. Der Verfasser, Deutschrusse, Privatdozent der Geographie an der Universität Charkow, mit der umfangreichen westeuropäischen Literatur vertraut, war wie wohl kein anderer zur Erforschung der Eiszeit im Kaukasus berufen. Nachdem er über Teilergebnisse seiner durch mehrere Jahre fortgesetzten Reisen in zwei russisch geschriebenen Aufsätzen (Ausführl. Bericht von *Machatschek* in *Zeitschr. f. Gletscherk.* VIII, 1913, S. 109—114) berichtet hatte, faßte er in der vorliegenden Arbeit die Resultate seiner eigenen Untersuchungen und der ganzen vorher über den Gegenstand vorhandenen, größtenteils russischen Literatur zusammen. Allerdings weist dieselbe in wesentlichen Punkten von den Ergebnissen der ersten, höchstens zwei Jahre älteren russischen Abhandlung des Verf. ab, und in dem Wechsel der Auffassung ist der unterdessen vermehrte Einfluß mitteleuropäischer Lehrmeinung deutlich zu erkennen.

Die beiden Gebiete des Kaukasus, die Verf. selbst eingehend bereist hat, sind sehr verschieden nach Lage und Größe. Auf der nördlichen Gebirgsabdachung sind es die Talgebiete des Ardon, Uruch und Terek mitsamt der benachbarten, dem Vorland zugehörigen Wladikawkasenebene, im Bereich der Südabdachung das im Westen gelegene Tal der Msynta (bei Konstantinowsk ins Schwarze Meer mündend). Die Wladikawkasenebene ist nach *v. R.* eine aus fluvioglazialen Schottern gebildete schiefe Ebene, wie die von München. Die auf ihr sich findenden großen Blöcke sind teils von eiszeitlichen Schmelzwässern herbeigeschwemmt, teils aus dem neogenen Vorlandkonglomerat ausgewittert, also nicht glazialerratisch. Die großen, bis 65 km langen Gletscher der genannten drei Täler endeten vielmehr im Innern des Gebirges im Bereich der die Kalkzone durchmessenden engen Quertalstrecken in 900—1150 m Höhe. Die Kalkkette trug eine von *v. R.* im Bereich des Kion-choch genau studierte Lokalvergletscherung. Das Eis des Ardon vermochte nicht, wie in entsprechenden Fällen der Alpen (z. B. Seefelderpaß), über den Chodpaß nach Norden in die Täler der Kalkzone überzufließen. Gleichzeitig endete der 40 km lange Msyntagletscher in ca. 500 m Höhe bei Krásnaja Poljana. Diese maximale Ausdehnung der Vereisung weist Verf. in der vorliegenden Abhandlung der Würmeiszeit zu. Die Depression der Schneegrenze berechnet er zu 1300 m für das auch heute ozeanische Klima besitzende Msyntatal, zu 1100 m für den kontinentaler gelegenen Kion-choch, zu < 1100 m für die Mitte des zentralen Kaukasus. Aus diesen Ergebnissen und aus Literaturangaben folgert er, daß die Depression der eiszeitlichen Schneegrenze im Kaukasus von Westen nach Osten und von außen nach innen abgenommen habe. Das ist ihm ein Hinweis, daß die Eiszeit ausschließ-

lich einer Temperaturniedrigung ihre Entstehung verdankt. Ref. kann sich diesen beiden Folgerungen nicht völlig anschließen. Außer diesen nicht auffälligen Zeugnissen der Hauptvergletscherung fand *v. R.* noch die deutlicheren Spuren von drei Rückzugsstadien mit Schneegrenzedepressionen von 700—900 m, 500—600 m, 300—400 m. Kaum eindrucksvoller als die Wirkungen der aufschüttenden Gletschertätigkeit sind ihre erosiven Formen. Trogformen, Trogschultern, Konfluenzstufen finden sich nur in den Talwurzeln; im übrigen sind diese die alpine Tallandschaft kennzeichnenden Formen einer sehr intensiven, durch Hebung des Gebirgsinnern veranlaßten postglazialen Zerschneidung der Talsohlen von einem vertikalen Ausmaß bis zu 200 m zum Opfer gefallen. Nach der Karte zu urteilen, sind glaziale Formen jedoch in den vom Verf. nicht besuchten Tälern Teberda und Ingur viel frischer erhalten. Kreuzpaß und Pseaschapaß sind Transfluënzpässe. In beiden Gebieten finden sich Reste von drei alten Talböden, eines pliozänen, eines präglazialen und eines späteiszeitlichen. Die verhältnismäßig geringe Entwicklung der eiszeitlichen Gletscher, insbesondere das Fehlen einer Vorlandvergletscherung, und das hohe Maß postglazialer Zerschneidung und Verschüttung erklären das Fehlen von Talseen im Kaukasus. Das letztere ist also kein Argument für die Gegner der Lehre vom glazialen Ursprung alpiner Talformen. *H. Lautensach, Hannover.*

**Volk, Karl G., Geologisches Wanderbuch II, ein Weggenosse für fahrende Schüler und junge Naturfreunde.** Professor Dr. *Bastian Schmid*s naturwissenschaftliche Bibliothek. Serie A: für reife Schüler, Studierende und Naturfreunde, Nr. 7. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1915. VI, 294 S., 269 Abbildungen im Text, eine Orientierungstafel und ein Titelbild. Preis geb. M. 4,40.

Dem bereits 1911 erschienenen I. Teil des Geologischen Wanderbuches ist nunmehr der II. Teil gefolgt, in welchem wir auf unseren Wanderfahrten durch die deutschen Gaue die mannigfaltigen Ablagerungen der Mittelzeit und Neuzeit der Erde kennen lernen.

Auf unserer I. Wanderung — „In der Sandwüste“ der Buntsandsteinzeit — begleiten wir den Verfasser ins liebliche Neckartal bei Heidelberg, sodann in die grünen Tannenwälder des Odenwaldes, Pfälzerwaldes (Haardt), Schwarzwaldes und der Vogesen mit ihren durch das rote Gestein des Buntsandsteins bedingten Naturschönheiten.

Andersartig gestaltet sich das Landschaftsbild auf der II. Wanderung — „Kreuz und quer durchs Muschelkalkmeer“ —, die uns nach Schwaben und Franken führt. Vorbei ist es mit dem Rot des Gesteins und den geschlossenen Waldungen, an ihre Stelle sind graue Töne mit wogenden Getreidefeldern und stolzen Rebenhügeln getreten. Reichere Beute an schönen Versteinerungen (die auf S. 37 gegebene Abbildung Fig. 25 ist *Gervillia Albertii* und nicht, wie wohl versehentlich gemeint, *Homomya Albertii*) wird dem Sammler hier beschieden sein, wengleich auch zahlreiche Steinbrüche (besonders im oberen Muschelkalk) die Geduld des jungen Sammlers auf eine harte Probe stellen können. Wir haben die Ablagerungen eines flachen Binnenmeeres vor uns, das im wesentlichen auf Deutschland beschränkt blieb.

Wechselnde, unruhige Ablagerungsbedingungen treten uns im folgenden Kapitel III — „Aus der Kinderzeit der Riesenechsen“ —, dem Keuper, entgegen. Süßwasserbildungen, Deltaablagerungen, kurzdauernde



Meeresabsätze, Eindampfungsprodukte, charakterisieren das bunte Bild eines Keuperaufschlusses. Unter den spärlichen Vertretern tierischen Lebens interessieren uns die nicht gerade häufigen Wirbeltierreste. Es sei nur an die Funde in Württemberg erinnert, die den Schmuck der Sammlungen von Stuttgart und Tübingen bilden, wie auch an die weltberühmt gewordenen Saurierfunde von Halberstadt.

Ein reicheres Tierleben, eine ganz andere Zeit lernen wir auf unserer IV. Wanderung — „Im Jura“ — kennen. In Schwaben, dem klassischen Lande der Geologie, wo der Altmeister *Quenstedt* wirkte, wo heute noch mancher einfache Bauersmann Geologie treibt und seine Freude an den vielgestaltigen Ammonshörnern (Ammoniten), Donnerkeilen (Belemniten), Muscheln und Schnecken hat, da wollen wir wallfahren gehen und die Ablagerungen des Jurameeres mit seinen einstigen Bewohnern studieren. Jeder kleine Aufschluß, sei es eine Rutsche, ein Wasserriß oder ein Steinbruch, bildet eine Fundgrube der mannigfachen Lebewelt des nicht allzu tiefen Weltmeeres. Auch landschaftlich kommt der Wanderer auf seine Rechnung. Schon von der Ferne sieht er eine Stufenlandschaft vor sich — eine schönere Silhouette gibt es nicht —, die uns bereits die Einteilung der Juraformation verrät; nach den vorherrschenden Farben hat *Quenstedt* den schwarzen oder unteren Jura (Lias), den braunen oder mittleren Jura (Dogger) und den weißen oder oberen Jura (Malm) unterschieden. Ein Abstecher führt uns nach Holzmaden zu dem Meisterpräparator *B. Hauff* und seinen so populär gewordenen Ichthyosauriern, die aus den schwarzen Posidonienschiefern (Lias  $\epsilon$ ) durch Meisterhand mit der Haut wieder ans Tageslicht kommen und zahlreichen Museen des In- und Auslandes zur Zierde gereichen. Von den vielen anderen ebenfalls besuchenswerten Punkten des Schwaben- und Frankenjuras sei nur noch auf einen hingewiesen, das Altmühlgebiet mit dem Orte Solnhofen, wo neben anderen Flugkünstlern (Flugsaurier) auch der Urvogel *Archaeopteryx* aufstand. Eine Fülle von oft prächtig erhaltenen Fischen und anderen Wirbeltieren, Medusen, Seelilien, Tintenfischen, Krebsen hat hier in einer stillen seichten Lagune des alternden Jurameeres gelebt.

„Ein Abstecher in die Kreide“ (V. Kapitel) läßt uns die Sächsische Schweiz mit ihren mannigfachen landschaftlichen Formen kennen lernen. Hier im Elbsandsteingebirge und dessen Umgebung läßt sich trefflich der Fazieswechsel beobachten. Während in den seichten Küstennahen Gebieten Sandsteine (Quadersandsteine) abgelagert wurden, schlugen sich in den tieferen Partien des Kreidemeeres Kalke und Mergel (Plänerbildungen) nieder. Den Ammoniten und Belemniten hat ihr letztes Stündlein geschlagen. Sie zeigen noch vor ihrem Aussterben eine riesige Entwicklung der sog. Nebenformen. Auch der gewaltigen Riesensaurier vom Tendaguru in Deutsch-Ostafrika wird gedacht.

Eine ganz neue Zeit, in der die Wiege unseres heutigen Lebens liegt, bricht mit der Neuzeit der Erde an. Unser Weg führt uns auf der VI. Wanderung — „Auf den Höhenwegen vorgeschichtlicher Entwicklung“ — „zwischen Alb und Alpen“, „zwischen Schwarzwald und Vogesen“. Die Auffaltung der Alpen, der Einbruch des Rheintalgrabens und vor allem die riesige Entfaltung des Sängergeschlechts fällt in diese Zeit.

Unsere VII. Wanderung — „Auf Fels und Firn, heute und vor Zeiten“ —, macht uns mit den Schönheiten der Alpenwelt, mit den Schneebergen von heute

und einst vertraut. Wir lernen die Glazialablagerungen Oberschwabens kennen, die das so abwechslungsreiche Landschaftsbild dieser Gegend erzeugt haben. In der Schlußbetrachtung macht uns der Verfasser noch mit unserem diluvialen Vorfahren und dessen Kultur bekannt.

Eine Orientierungstafel am Schlusse gibt einen Überblick über die Schichten der Mittelzeit und Neuzeit des durchstreiften Gebietes.

Das außerordentlich klar und anregend geschriebene Buch gibt mit seinen zahlreichen guten Abbildungen eine treffliche Einführung in die Geologie. Auf den verschiedenen Wanderungen wird der Leser in methodischer Folge auch auf allgemeine Fragen der Gesteinsbildung und der Versteinerungskunde hingewiesen und so zu selbständigem Beobachten erzogen. Mit großer Geschicklichkeit sind die neuesten Arbeiten berücksichtigt, so daß das Buch seinen Zweck nicht verfehlen dürfte und wärmstens empfohlen werden kann.

V. Hohenstein, Halle a. S.

## Zeitschriftenschau.

### Annalen der Physik, 1915, Heft 4.

*Über den Einfluß des Druckes auf die elektrische Leitfähigkeit des Tellurs; von Bengt Beckman.* Bei acht Tellurstäbchen, deren spez. elektrischer Widerstand zwischen 0,048 bis 0,62 Ohm-cm variiert, ist der Druckkoeffizient der elektrischen Leitfähigkeit angenähert eine lineare Funktion des Widerstands in Analogie mit den Legierungen, die aus Konglomeraten zweier Kristallarten bestehen. Der Druckkoeffizient variiert zwischen  $9,4 \times 10^{-5}$  bis  $27,5 \times 10^{-5}$ .

*Untersuchungen über die Einwirkung periodischer Kräfte auf Tropfen; von K. Boedeker.* Mittels periodischer elektrostatischer sowie mechanischer Kräfte wurden schwebende Tropfen zu Schwingungen angeregt und diese Schwingungen (Grund- und Oberschwingungen) eingehend untersucht. Es ergab sich eine bequeme Methode zur Messung von Oberflächenspannungen an der Grenze zweier Flüssigkeiten gleicher Dichte. Ferner wurden die Bjerknesschen Untersuchungen über hydrodynamische Fernkräfte durch Beobachtungen über die Einwirkung zweier schwingender Tropfen aufeinander erweitert. Zum Schluß wurden die Versuche auf Emulsionen ausgedehnt. Diese verhalten sich elektrischen Schwingungen gegenüber wie ein selbstentfritten-der Kohärer.

*Der Dopplereffekt und die Gesetze der Spiegelung und Brechung an einer bewegten Grenzfläche; von A. Harnack.* Werden Lichtwellen an einer bewegten Grenzfläche reflektiert oder gebrochen, so tritt ein Dopplereffekt auf. Die strengen Gleichungen für diesen Dopplereffekt dritter Art sowie die Gesetze der Spiegelung und Brechung werden zunächst hergeleitet. Es folgen einige Anwendungen: Dopplereffekt eines bewegten Prismas (für eine planparallele Platte ist derselbe Null), Diskussion eines Falles, wo Dopplereffekte verschiedener Art kombiniert sind (hier kann aus der Frequenzänderung nicht ohne weiteres auf die Relativgeschwindigkeit zwischen Beobachter und Lichtquelle geschlossen werden). Schließlich wird gezeigt, daß für die Theorie des Michelsonschen Versuches die durch die bewegten Spiegel hervorgerufenen Dopplereffekte und die Wirkungen der bewegten Glasplatten auf den Strahlengang belanglos sind.

**Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. Januar 1915.**

*Brechung und Zurückwerfung elektrischer Wellen in kristallinen Medien; von Karl Uller.* Unter

Berücksichtigung der Absorption wird die allgemeine Struktur der Wellen unter Beiseitesetzung der bekannten Konstruktionsflächen, die nur beschränkt gültig sind, entwickelt. Dann werden die gebrochenen und die zurückgeworfenen Wellen dargestellt, nach einer Methode, die von der Kirchhoffschen durchaus abweicht. Auch gehen die Ergebnisse weit über die Kirchhoffschen hinaus: es sind die allgemeinsten. Die Erörterungen erfordern eine besondere Abhandlung, die später erfolgen wird.

*Ein Verfahren zur Bestimmung der Elastizitätskonstanten von Platten;* von A. Kälähne. Das hier vorgeschlagene, in einigen Versuchen auch praktisch geprüfte Verfahren erfordert die Bestimmung der Schwingungszahl wenigstens zweier Eigentöne (etwa des Grundtones und des ersten Obertones) einer Platte mit freiem Rande, für welche die Theorie der Eigenschwingungen entwickelt ist, d. h. einer kreisförmigen oder quadratischen. Es beruht darauf, daß das Verhältnis der Schwingungszahlen je zweier Eigentöne nur von der Poissonschen Elastizitätszahl  $\mu$ , welche Dehnungs- und Torsionsmodul verbindet, abhängt, so daß aus dem beobachteten Frequenzverhältnis  $\mu$  berechnet werden kann. Da ferner die absolute Schwingungszahl von  $\mu$  und dem Dehnungsmodul  $E$  abhängt, so kann aus ihr auch  $E$  (und damit auch  $F$ ) bestimmt werden.

#### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. Februar 1915.

*Über die Bestimmung der wirksamen Wellenlänge von Farbfiltern;* von M. Pirani und W. W. Loeb. Im Anschluß an eine frühere Arbeit, in der gezeigt wurde, daß man die wirksame Wellenlänge von monochromatischen Filtern berechnen kann, wenn die Durchlässigkeitskurve, die Emissionskurve, die Lichtquelle und die Empfindlichkeitskurve des Auges als bekannt angenommen werden, wurde nach verschiedenen Methoden experimentell geprüft, wieweit die Rechnung mit der direkten Beobachtung übereinstimmt. Es wurden untersucht: 1. monochromatische Filter mit rein physikalisch begrenztem engem Durchlässigkeitsbereich; 2. monochromatische Filter mit teilweise physiologisch begrenztem Bereich; 3. Filter mit flachem Maximum und großem Durchlässigkeitsbereich; 4. Filter mit mehreren Maximis und Minimis. Die Berechnung stimmt nur für 1. genau (bis auf 1  $\mu\mu$ ).

#### Physikalische Zeitschrift; vom 1. Februar 1915.

*Zur Theorie des Glimmstromes;* von Ragnar Holm. Eine ausführliche Theorie der negativen Glimmentladungsgebilde, Kathodenschicht, Dunkelraum und negatives Glimmlicht, wird gegeben und u. a. die Einwirkung verschiedenartiger Faktoren auf den negativen Glimmlichtsaum und den Kathodenfall einer Diskussion unterzogen.

*Das Röntgenspektrum des Platins;* von Ernst Wagner, und *zur Röntgenphotographie;* von H. Seemann. An die von Seemann gegebene, von Wagner als nicht real bestrittene Auflösung kontinuierlicher Banden im Röntgenspektrum des Platins schließt sich eine Diskussion über den Wert der beiden Methoden des drehenden und des unbewegten Kristalls an.

*Die Gehaltsbestimmung schwach radiumhaltiger Substanzen durch Gammastrahlenmessung;* von Walter Bothe. Ein hochempfindliches Elektroskop wird beschrieben, welches die Gammastrahlung einer abgewogenen Substanzmenge praktisch genau bestimmen läßt. Messungsdauer 1—1½ Stunden gegenüber mehreren Tagen bei der üblichen Emanationsmethode zur Bestimmung des Radiumgehalts.

*Notiz über Doppelbanden der Reststrahlen von zweiatomigen Substanzen;* von W. C. Mandersloot. Die

Übertragung der Wärmeschwingungstheorie zweiatomiger Gasverbindungen mit ihren optischen Folgerungen führt bei festen Substanzen (Alkali-Halogenen) zu Atomabständen, welche denen der Gase ungefähr gleich sind, dagegen zu quasielastischen Bindungen an ihre Ruhelage, welche bei den festen Körpern untereinander nahezu gleich und dabei viel geringer als bei Gasen sind.

#### Zeitschrift für Instrumentenkunde; Februar 1915.

*Instrument zum Ausmessen flacher Wellenlinien;* von W. Schmidt. Es wird eine Ablesevorrichtung beschrieben zur Messung der Amplituden flacher Wellenlinien, bei denen die gewöhnlichen Mittel wegen der unsicheren Ausbildung der Wendepunkte Unsicherheiten ergeben. Die genauere Ablesung wird durch eine einfach meßbare parallaktische Übertragung des Einstellungsvorganges erreicht.

*Ein Taylorobjektiv für astronomische Zwecke;* von A. Kerber. Der Verf. gibt die ausführliche Berechnung eines aus drei Linsen vernachlässigter Dicke bestehenden Taylorobjektivs, in dem die beiden chromatischen Abweichungen und sämtliche fünf Seidelschen Bildfehler korrigiert sind.

#### Zeitschrift für Instrumentenkunde; März 1915.

*Vergleichungen von Quecksilberthermometern mit dem Platinthermometer;* von F. Hoffmann und W. Meißner. Fundamental bestimmbare Quecksilberthermometer aus Jenaer Glas 16 III bzw. 59 III sind zwischen 100° und 300° mit Platin-Widerstandsthermometern verglichen worden. Die sich aus den Beobachtungen ergebenden Abweichungen sind durch Formeln dargestellt.

*Beschreibung der funkentelegraphischen Empfangsstation des Kgl. Preuß. Geodätischen Instituts in Potsdam;* von B. Wanach. Es wird gezeigt, wie sich eine funkentelegraphische Empfangsstation für Zeitsignale mit verhältnismäßig geringen Mitteln herstellen läßt.

*Über Monochromatoren;* von C. Leiß. Verf. beschreibt Verbesserungen an einem Monochromator für das ultraviolette Spektralgebiet, die eine möglichst vollkommene spektrale Reinigung des Lichtes erzielen sollen.

#### Zeitschrift für Elektrochemie, Heft 3/4, 1915.

*Über Sublimation und Dissoziation von Aluminiumnitrid;* von Fr. Fichter und G. Osterheld. Technisch dargestelltes Aluminiumnitrid bildet schöne Kristallnadeln; dieselben sind durch Sublimation entstanden, denn im Wolframrohr-Vakuumofen läßt sich Aluminiumnitrid bei 1870—1890°  $\pm$  20° ebenfalls sublimieren unter Bildung ähnlicher Kristalldrusen. Dabei tritt aber stets Dissoziation ein, und zwar um so reichlicher, je niedriger der Stickstoffdruck im Apparat ist. Durch Brennen eines Lichtbogens zwischen Aluminiumstäben in einer Stickstoffatmosphäre erhält man graues, metallhaltiges Nitrid, aus dem sich das freie Aluminium durch Destillation bei 1840° im Wasserstoffvakuum entfernen läßt.

*Ein elektrischer Vakuumofen von allgemeiner Verwendbarkeit;* von G. Osterheld. Der beschriebene Ofentyp dient zur Durchführung von Reaktionen sowie von Metalldestillationen in der Atmosphäre beliebiger Gase bei Überdruck oder im Vakuum. Es lassen sich darin beliebige Temperaturen bis max. 2800° C. einstellen und konstant halten. Als Heizelement kommen Wolfram- oder Graphitrohre zur Verwendung. Zum Betrieb dient ein Niederspannungstransformator mit zwischen 2—24 Volt variierbarer Sekundärspannung und einer maximalen Stromstärke von 2500 Ampere. Der Apparat ist so konstruiert, daß er auch als Lichtbogenofen und zum Arbeiten in strömenden Gasen verwendet werden kann.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY RECEIVED  
MAY 12 1915  
U. S. Department of Agriculture

Heft 13.

26. März 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die wissenschaftlichen Grundlinien der Bier-  
erzeugung. Von Prof. Ing. E. Weinurm,  
Briinn. S. 165.

### Besprechungen:

Arbeiten des Laboratoriums für die technische  
Moorverwertung an der Königl. Technischen  
Hochschule zu Hannover. S. 170.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. S. 172.

Anthropologische Gesellschaft zu Berlin. S. 173.

Astronomische Mitteilungen. S. 174.

Physikalisch-chemische Mitteilungen. S. 174.

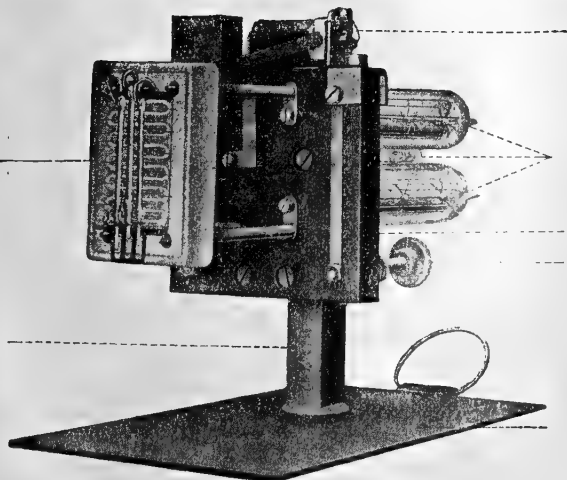
### Zeitschriftenschau:

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen  
Gesellschaft. S. 176.

## Allgemeine Elektrizitäts- Gesellschaft

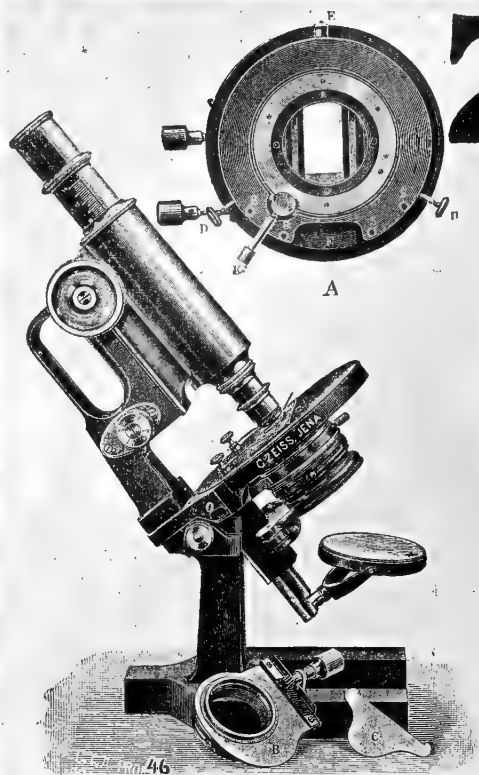
Abt. Nernstlampen

Abt. Nernstlampen



Neue  
Preisliste  
für  
Projektions-  
Lampen

erschienen.



# ZEISS

## MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-  
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-  
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

*Prospekt M 130 kostenfrei.*

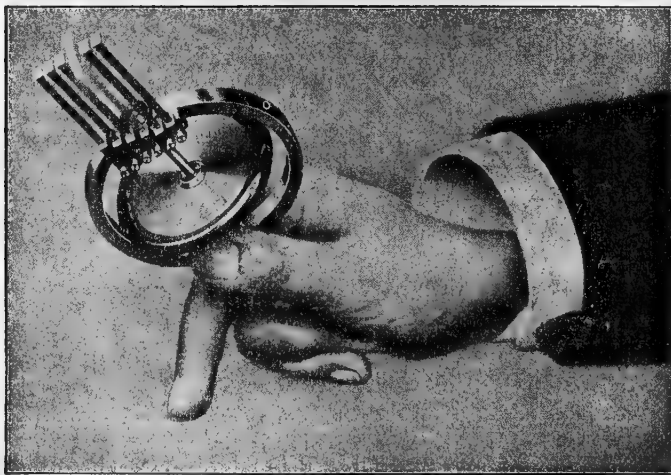
Berlin  
Wien  
Hamburg



Mailand  
Buenos  
Aires

# Siemens & Halske A.-G.

## Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Demonstrationsinstrumente für Gleich- und Wechselstrom

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

26. März 1915.

Heft 13.

## Die wissenschaftlichen Grundlinien der Biererzeugung.

Von Prof. Ing. E. Weinwurm, Brunn.

Trotzdem die Brauwissenschaft noch jung ist, ihre Anfänge reichen in die Mitte des vorigen Jahrhunderts, steht sie heute weit vorgeschritten da. Sie verdankt ihre rasche Entwicklung den großen Fortschritten, welche die organische Chemie und die Mykologie in den letzten fünfzig Jahren aufzuweisen hatten. Erstere hat die Kohlenhydrate erforscht und Licht in das Dunkel der Eiweißkörper gebracht, während letztere eine Naturgeschichte der mikroskopischkleinen Pilze schuf. Nur auf diese Weise war es möglich, daß die Biererzeugung, früher bloß empirisch betrieben, auf wissenschaftliche Grundlage gestellt wurde.

Die Erforschung der chemischen Prozesse, welche sich während der Erzeugung des Bieres vollziehen, wird dadurch wesentlich erschwert, daß sich einige oft gleichzeitig abspielen. So hat es viele Mühe und Arbeit gekostet, den Einfluß der nebeneinander im Brauwasser vorkommenden Salze auf die Bestandteile der Gerste, des Malzes, des Hopfens und der Hefe festzustellen. Daß das verwandte Wasser einen großen Einfluß auf das resultierende Bier hat, weiß man schon lange. So heißt es in dem 1716 in Hamburg erschienenen: „Küch- und Keller-Dictionarium“ von Marperger im Kapitel, welches das Bier behandelt: „Von den Qualitäten der Biere ist erstlich von den Ingredientis oder den einfachen Stücken, aus welchen die Biere bereitet werden, zu reden. Solche sind Dreierlei: Das Wasser, das Getreide, der Hopfen. Das Wasser erst belangend, so rühret von solchem die Güteigkeit oder die Bosheit des Bieres her. Denn da können Spring-, Strom-, Brunnen-, See- und Regenwasser alle zum Brauen gebraucht werden, aber von einem fallen bessere Biere als vom andern.“ Der schon von C. Lintner sen. in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts aufgestellte Satz: „Ein gutes Trinkwasser ist auch ein gutes Brauwasser“ hat heute noch seine Gültigkeit, insofern damit allgemein ausgedrückt werden soll, daß ein ungenießbares Trinkwasser auch zur Biererzeugung unbrauchbar ist. Die Forschungen der letzten zwanzig Jahre haben jedoch erst über den Einfluß der einzelnen Salze des Brauwassers in den verschiedenen Stadien des Brauprozesses so viel Sicheres gebracht, daß wir in erster Linie der Härte des Wassers eine große Bedeutung zuschreiben, wenn es sich um die Herstellung gewisser Biertypen, d. s. Pilsner, Münchner und Dortmunder Typus, handelt. Speziell

sind es die sauren kohlensauen Salze des Kalziums und des Magnesiums sowie der Gips (schwefelsaures Kalzium), welche bekanntlich die Härte eines jeden Wassers ausmachen. Man hat nun gefunden, daß ein Brauwasser, wenn es reich an genannten kohlensauen Salzen ist, jedoch keinen hohen Gipsgehalt besitzt, sich besonders zur Herstellung von Bieren nach Münchner Art eignet. Diese Salze gelangen durch das sogenannte Anschwänzwasser<sup>1)</sup> in die Würze und bewirken ein Löslichwerden gewisser Hopfenbestandteile und damit ein Zufärben der Bierwürze. Doch auch die ungehopfte Würze ist dunkler, als wenn sie mit weichem Wasser erzeugt wird. Deshalb war das Isarwasser von jeher und auch das jetzige Leitungswasser Münchens so vorzüglich geeignet zur Darstellung des dunklen Bieres. Liegt der Fall umgekehrt, so wird sich ein Wasser mit hohem Gipsgehalt und verhältnismäßig geringem Gehalt an kohlensaurem Kalzium zur Erzeugung von hellem Bier eignen. Tatsächlich erzeugen die Dortmunder Brauereien solche Biere. Ist endlich das Wasser weich, besitzt es also wenig kohlensaure Salze und wenig Gips, so gibt es auch helle Biere, jedoch nach Pilsner Art. Wasser solcher Art ist das Pilsner Flußwasser und deshalb wurde helles Bier stets in Pilsen erzeugt. Trotzdem Dortmunder und Pilsner helle Biere sind, schmecken sie nicht gleich, indem das Pilsner Bier einen herbschneidigen Geschmack besitzt, der speziell auf die andere Zusammensetzung des Pilsner gegenüber dem Dortmunder Brauwasser zurückzuführen ist. Die kohlensäuren Salze des Kalziums und des Magnesiums des harten Brauwassers reagieren schon, wenn wir die Gerste in Wasser einquellen, um sie in Malz zu verwandeln. Sie geben erstens mit dem Gerbstoff der Gerstenspelzen eine unlösliche Gerbstoffkalziumverbindung, zweitens vermögen sie die Bitterstoffe der Pelzen in leicht lösliches, bittersaures Kalzium überzuführen. Dadurch erlangen die dunklen Biere eine Milde, oder, wie man sagt, Süffigkeit. Bei der Erzeugung von Pilsner Bier werden dagegen genannte Substanzen durch das Brauwasser aus den Gerstenspelzen weniger entfernt, gehen in das Bier über und erzeugen den mehr herben Geschmack. Hierbei muß man sich wohl vor Augen halten, daß schon ganz geringe Mengen dieser Substanzen auf den Geschmack des Bieres großen Einfluß ausüben. Gleiches gilt auch vom Säure-

<sup>1)</sup> Unter Anschwänzen ist ein Auslaugungsprozeß zu verstehen, durch welchen mittels 60—62 ° R. warmen Wassers die nach der Filtration noch zwischen den Malztrebern befindliche süße Würze verdrängt werden soll.



grad (Azidität) der Biere, bei dem schon Verschiedenheiten in Tausendsteln von Prozenten Geschmacksdifferenzen hervorrufen. Windisch hat durch Untersuchungen von Bieren hervorragender Qualität gefunden, daß sie säurereich im Vergleich zu anderen waren; die verwandten Brauwässer erwiesen sich als karbonatarm. Von den Säuren, welche im Verlaufe des Brauprozesses sich gebildet hatten, konnte durch den geringern Karbonatgehalt des Brauwassers weniger neutralisiert werden. Windisch hält es daher für die Erzeugung heller, feinschmeckender Biere als erstes Erfordernis, daß das Brauwasser karbonatarm ist.

Lange Zeit wurde die Frage umstritten, ob weiches oder hartes Wasser zum Quellen (Weichen) der Gerste besser sei, beziehungsweise ob die einzelnen Salze des Wassers zu den inneren Teilen der Gerste in Reaktion treten, bis der englische Chemiker Brown diese Frage vor einigen Jahren endgültig beantwortet hat. Als Resultat seiner Versuche fand er, daß nur reines Wasser in das Korninnere eindringt, wogegen die in Lösung befindlichen Salze des Wassers, die äußere dicke Spelze und auch die erste dünne Haut oder das Perikarp durchsetzen, dann aber durch die zweite dünne Haut oder die Testa, welche den Keim und das Endosperm unmittelbar umgibt, aufgehalten werden. Andere Versuche zeigten, daß während des Weichens aus dem Korninneren nichts extrahiert wird. Die Testa ist demnach eine semipermeable Membran, die nur Wasser durchläßt. Das Quellen der Gerste besteht demnach in einer Absorption von Wasser und chemische Reaktionen finden nur zwischen der äußern Kornhülle und den Salzen des Wassers statt. Dieselben wurden bereits auseinander gesetzt. Da das Weichwasser stets gefärbt ist, so wird es aus der Gerstenspelze einen Farbstoff gelöst haben. Außerdem löst es auch stickstoffhaltige und stickstofffreie Verbindungen. Letztere bestehen aus Zucker, Dextrin, Gummi und aus den nicht genauer erforschten Bitterstoffen. Doch auch anorganische Stoffe, besonders Kali und Phosphorsäure werden extrahiert. Im ganzen beträgt der Gewichtsverlust der Gerste durch das Weichen gegen 1 %. Er ist nach dem heutigen Stande der Brauwissenschaft für die normale Entwicklung der Hefe während der Gärung ohne jede Bedeutung, während man früher glaubte, daß weiche Wasser zu viel des Kalis aus der Gerste extrahieren und ein Nahrungsmangel an diesem Nährstoff eintritt.

In den letzten fünfundzwanzig Jahren wurde der Kultur der Braugerste in Deutschland eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt, welche darauf abzielte, die Brauereien Deutschlands womöglich von der Einfuhr mährischer, böhmischer und ungarischer Gerste, soweit nicht der Import von Gerste durch Mangel notwendig ist, unabhängig zu machen. Tatsächlich ist es der Versuchs- und Lehranstalt in Berlin und der landwirtschaft-

lichen Akademie in Weihenstephan bei München durch ausgedehnte Anbauversuche einheimischer Gerstenarten gelungen, dieselben derart zu verbessern, daß sie nicht nur der praktischen, sondern auch der wissenschaftlichen Beurteilung standhalten. Letztere erstreckt sich in erster Linie auf die Konstatierung des Gehaltes der Stickstoffsubstanzen. Ihre Menge wechselt mit jedem Gerstenjahrgang und wurde früher für günstig erklärt, wenn sie 10—11 % der Gerstentrockensubstanz betrug. Heute steht die Wissenschaft auf dem Standpunkt, daß 9 Prozente Stickstoffsubstanzen (Eiweißkörper) vollauf genügen. Ein Zuviel derselben kann durch einen physiologisch richtig geführten Keimprozeß beseitigt werden. Die Bestimmung des Gehaltes an Stärke (60—64 %) wird für die Beurteilung der Gerste ebenfalls durchgeführt. Aus der Stärke bilden sich durch den Maischprozeß die wertvollen Extraktbestandteile Malzzucker und Dextrine. Außerdem erstreckt sich die Analyse auf den Wassergehalt und Feststellung der Keimfähigkeit. Denn alle sonstigen vorzüglichen Eigenschaften der Gerste nützen nichts, wenn dieselbe schlecht keimt, d. h. wenn weniger als 95 % wachsen.

Zur Überführung der Gerste in Malz muß sie keimen. Damit nun das in der Samenruhe befindliche Korn zum Leben erwache, muß demselben Wasser zugeführt werden. Da auf der Oberfläche eines Gerstenkornes Tausende von Schimmelsporen, Hefen und Bakterien sich befinden<sup>1)</sup>, welche bei dem späteren Keimprozeß der Gerste leicht zur Entwicklung gelangen und Geruch und Geschmack des Malzes ungünstig beeinflussen, so macht man von der desinfizierenden Kraft des Kalkwassers Gebrauch, indem die Gerste erst einige Stunden in diesem verbleibt, bevor sie in das zum Weichen bestimmte Wasser gelangt. Das Entfernen der Mikroben, welche das Gerstenkorn bisweilen (bei beregneter Gerste) mit einer äußerst feinen Schleimschicht überziehen, hat noch den weiteren Vorzug, daß die Atmung desselben wesentlich gefördert wird. Die Atmung, welche schon beim Weichen der Gerste im Wasser beginnt, soll durch Luftzuführung gefördert werden. Dann erfolgt ein rascheres und gleichmäßigeres Keimen der Gerste.

Die auf das Weichen folgende Keimung der Gerste wird in gut ventilierten, zum Teil unterirdischen Räumen, Malztennen, vorgenommen. Während des Keimens entwickelt sich die im Embryo angelegte Plumula zum Blatt- oder Graskeim, die Radicula zu den Würzelchen. Für den normalen Keimungsverlauf sind drei Momente von Bedeutung: 1. das Gerstenkorn muß durch den Weichprozeß den nötigen Feuchtigkeitsgrad (46 bis 48 % Wasser) erlangt haben, 2. während der Keimung soll für Zuführung von Luft (Sauerstoff) gesorgt werden und 3. die Temperatur im Keimgut, dem Grünmalz, hat 18—20° C. nicht

<sup>1)</sup> Düggl. fand pro Gerstenkorn 30 000—80 000 Keime.

zu überschreiten, da sonst die Entwicklung der Diastase aus dem Eiweiß der Gerste beeinträchtigt wird. Die Diastase gehört zur Gruppe der *Enzyme*, d. s. eiweißähnliche Körper, deren chemische Zusammensetzung noch nicht näher bekannt ist und welche die Fähigkeit haben, organische Stoffe zu zerlegen, ohne selbst hierbei eine Veränderung zu erleiden.

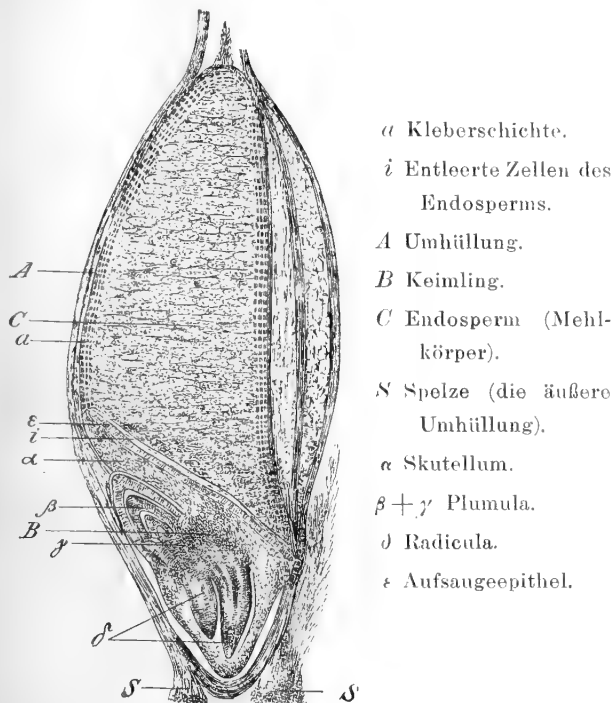


Fig. 1. Längsschnitt durch ein Gerstenkorn.  
Aus: Lintner, Grundriß der Bierbrauerei.

Bei erhöhter Temperatur geht die Atmung zu lebhaft vor sich, folgedessen tritt ein zu großer Verlust an Stärke auf. Jeder Atmungsprozeß, gleichgültig ob er durch das Tier oder durch die Pflanze erfolgt, besteht in einer Aufnahme des Luftsauerstoffes und in einer Abgabe von Wasser und Kohlendioxyd. Wenngleich das keimende Korn auch keine Blätter besitzt, so hat es in seiner Spelzenoberfläche eine große Zahl von Spaltöffnungen, durch welche der Gasaustausch erfolgt. Der Keimungsvorgang wird also von einem Oxydationsprozeß begleitet, bei welchem der aufgenommene Luftsauerstoff vermittlels Oxydationsenzyme auf die Kohlehydrate (Stärke) der Gerste übertragen und die Oxydationsprodukte Kohlendioxyd und Wasser abgegeben werden. Der hierdurch eintretende Stärkeverlust beträgt gegen 6%. Während des Keimens wird *Invertzucker* (ein Gemenge von gleichen Teilen Dextrose und Lävulose) gebildet und die Menge des in der Gerste vorhandenen *Rohrzuckers* vermehrt.

Die beim Maischprozeß wirkende Diastase bildet sich nach *Brown* und *Morris* im Aufsaugeepithel, welches jene Grenzlage von Zellen vorstellt, mittels welcher das Schildchen (*Scutellum*)

am Endosperm (Mehlkörper) anliegt. Sie wandert in das Endosperm und bleibt dort aufgespeichert.

Schon im Gerstenkorn befindet sich ein diastatisches Ferment, dem wohl eine stärkeverzuckernde, nicht aber eine stärkeverflüssigende Wirkung zukommt. Die bei der Keimung sich bildende Diastase vereint beide Eigenschaften. Wird Malz geschrotet und mit Wasser verrührt, so kann man beim ansteigenden Erwärmen beobachten, daß zuerst eine Verflüssigung, dann bei höherer Temperatur (60—70 °C.) eine rasche Verzuckerung der verflüssigten Stärke erfolgt; Forscher wollen beobachtet haben, daß zwei Diastasen bei der Keimung entstehen, von denen die eine stärkeverflüssigend, die andere stärkeverzuckernd wirkt. Außer dieser Sekretionsdiastase entsteht nach *Brown* und *Morris* im Aufsaugeepithel ein Enzym Cytase, welches die Zellhäute der Endospermzellen, in welchen sich die Körner befinden, während der Keimung löst und dadurch die Stärke für die beim Maischprozeß erfolgende Verzuckerung leicht zugänglich macht. Physikalisch zeigt sich die Wirkung der Cytase darin, daß das zu Beginn der Keimung zähe Korninnere nach deren Beendigung sich zwischen den Fingern zu einer mehligten Masse zerreiben läßt. Während der Keimung entstehen auch *proteolytische* Enzyme. Nach *Windisch* entsteht *Peptase*, welche aus hochzusammengesetzten Eiweißstoffen einfachere, besonders Albumosen bildet, während *Tryptase* nach *Weiß* noch weitergehende Spaltungen der Eiweißkörper bis zu Amiden und Aminosäuren bewirken soll. Tatsache ist, daß die Menge der löslichen Stickstoffverbindungen während der Keimung zunimmt. Ein Teil der Spaltungsprodukte der Eiweißkörper wird mit Rohrzucker zur Neubildung von Plasma für die beim Keimen entstehenden Zellen des wachsenden Blattkeimes und der Wurzelkeime verwandt.

Wenn die Keimung sieben bis acht Tage gedauert hat, haben die Würzelchen die  $1\frac{1}{2}$ -fache Kornlänge und der im Korn befindliche Blattkeim Dreiviertel bis ganze Kornlänge erreicht. Jetzt ist es Zeit den Keimprozeß abubrechen, denn eine Fortsetzung desselben würde nur einen durch fortgesetzte Oxydation der Stärke hervorgerufenen, unnötigen Substanzverlust bedingen. Das entstandene „Grünmalz“ ist infolge seines hohen Wassergehaltes (42—44%) nicht haltbar. Außerdem würde es verbraut kein Bier geben. Erst durch das Darren, d. h. durch das Erhitzen in einem heißen Luftstrom, wird es zum fertigen Malz, welches für die Bierfabrikation geeignet ist.

Die chemischen Prozesse, welche sich während des Darrens abspielen, sind im kurzen folgende: Das im Grünmalz enthaltene Wasser verdampft je nach der Höhe der beim Darren erreichten Schlußtemperatur auf 0,5—4%. Die Enzyme, welche ihre Tätigkeit im wachsenden Gerstenkorn ausgeübt haben, setzen sie bei den anfänglich niederen Darrrtemperaturen (bis 45 °C. beiläufig) fort, d. h. Stärke wird abgebaut und

Maltose gebildet, welche in Rohrzucker verwandelt wird, Zellmembrane werden gelöst und Eiweiß gespalten. Mit dem Steigen der Temperatur während des Darrens stellen die Enzyme ihre Tätigkeit ein, bzw. es wird ein Teil derselben zerstört, so daß die „diastatische Kraft“ des Malzes gegenüber jener des Grünmalzes auf beiläufig vier Fünftel, ja sogar bei hochgedarrten Malzen bis auf ein Sechstel sinkt. Sobald die Temperatur gegen 80° C. auf der Darre beträgt, beginnen im Malze Röstprodukte zu entstehen, welche dem Malz das Aroma und dem aus ihm erzeugten Bier die dunkle Farbe, einen lieblichen Geschmack und die Vollmundigkeit geben. Die Röstprodukte entstehen aus Kohlehydraten und gewissen Eiweißkörpern. Die vorjährigen Untersuchungen C. J. Lintners und eines seiner Schüler haben gezeigt, daß die Farb- und Aromastoffe der hochabgedarrten Malze durch die gegenseitige Einwirkung von *Aminosäuren* und *Dextrose* entstehen und mit den *Melanoidinen* identisch sind. Beide finden sich bereits im Grünmalz vor.

Das von den Würzelchen befreite Malz wird geschrotet und dem Maischprozeß unterworfen. Derselbe bezweckt, die im Malzkorn enthaltene Stärke unter dem Einfluß der Diastase in Zucker (Maltose) und Dextrine überzuführen. Die vielen Untersuchungen, welche über den Maischprozeß angestellt wurden, haben ergeben, daß durch die Diastase ein allmählicher Abbau des komplizierten Stärkemoleküls erfolgt, wobei dasselbe Wasser aufnimmt. Dieser Reaktion geht die Verflüssigung der Stärke durch die Diastase voraus, so daß eine Kleisterbildung nicht stattfinden kann, wie es sonst der Fall ist, wenn man Stärkemehl mit Wasser erwärmt. Die nach der Verflüssigung bloßgelegten komplexen Stärkemoleküle erleiden durch die Diastase bei den Temperaturen von 60—70° C. derartige Veränderungen, daß sich aus der Stärke zunächst Amylodextrin bildet, welches sich mit Jod ebenso wie jene blau färbt. Aus dem Amylodextrin entstehen dann Erythrodextrine, welche durch Jod rot gefärbt werden. Letztere gehen in durch Jod nicht färbbare Achroodextrine über. Als letztes und niedrigstes Glied der Reihe erscheint die Maltose. Hierzu ist aber zu bemerken, daß der Zerfall des Stärkemoleküls nicht stufenweise vor sich geht, sondern derart, daß alle möglichen Dextrine und Maltose nebeneinander vorhanden sein können. In der verzuckerten Maische sind schließlich nur Achroodextrine und Maltose vorhanden. So weit, daß also mit Jodlösung keine Färbung der Maische eintritt, muß der Maischprozeß durchgeführt werden. Die Brauwissenschaft hat damit dem Praktiker ein einfaches Mittel an die Hand gegeben, sich vor *dextrintrüben* Bieren zu bewahren. Wird nämlich die Maische nicht vollständig verzuckert, d. h. sind neben Maltose und Achroodextrinen auch die höheren Dextrine in der Flüssigkeit vorhanden, so scheiden sich dieselben während der Gärung mit zunehmendem Alkoholgehalt aus und bedin-

gen, daß das fertige Bier nicht klar ist. Wenn gleich solches Bier nicht gesundheitsschädlich ist, so ladet sein trübes Aussehen nicht zum Trinken ein. Heute ist deshalb die Jodprobe eine in allen Brauereien bekannte und geübte Reaktion. — Durch den Maischprozeß werden auch die unlöslichen Eiweißstoffe des Malzes verändert, indem das eiweißabbauende Enzym, die Peptase, namentlich bei 50—60° C. einen Zerfall derselben in Albumosen, Peptone und Amide hervorrufen soll, welche infolge ihrer Löslichkeit in Wasser in die Würze übergehen.

Die durch Filtration von der verzuckerten Maische erhaltene Würze wird mit Hopfen gekocht. Außer einer Konzentration bezweckt man durch dieses Kochen ein Auslaugen des Hopfens, eine Ausscheidung der zu großen Menge von Eiweißkörpern aus der Würze sowie ihre Sterilisation. Durch den Kochprozeß gelangen Hopfenharze, Hopfenbittersäure, Hopfengerbsäure und geringe Mengen Hopfenöl in die Würze. Hopfenöl und Hopfenharze verleihen dem späteren Bier den bekannten charakteristischen Geschmack. Von den Harzen vermag das  $\alpha$ - und  $\beta$ -Harz die Haltbarkeit des Bieres zu erhöhen, indem in gehopfter Bierwürze Spaltpilze sich nicht gut entwickeln, wogegen sie in ungehopfter vorzüglich gedeihen. Die Rolle der Hopfengerbsäure als eiweißfällendes Mittel wurde früher entschieden überschätzt. Das Zuviel an Eiweiß wird nicht durch sie, sondern durch die Kochhitze der Flüssigkeit gefällt, welche Koagulation in Form kleiner Flocken erfolgt. Sobald diese auftreten, ist der 2—2½ Stunden währende Kochprozeß zu Ende. Die Bierwürze ist nun vollständig steril, d. h. alle in derselben vorhanden gewesenen, vom Malz, Hopfen, Wasser und den Gerätschaften herrührenden Keime sind getötet worden. Ihre Zahl war sehr groß gewesen, denn nach den Untersuchungen von Kossowicz befinden sich auf einem Gramm Malz 26 000 bis 50 000, von denen allerdings ein Teil durch das partielle Kochen der Maische zugrunde ging, für die aber andererseits reichlich Keime während des Filtrierens der Würze aus der Luft in dieselbe gelangten. Bei der nun folgenden Abkühlung der heißen Bierwürze auf die Gärtemperatur geht wohl ihre Sterilität verloren, indem die heiße Bierwürze in große, offene, flache Behälter (Kühlschiff) gebracht wird. Doch werden nicht alle aus der Luft stammenden Keime sich entwickeln, da die Hopfenharze sie daran hindern. Nur in ganz besonderen Fällen können allerdings in die Würze durch Luftinfektion hineingelangte wilde Hefen oder Bakterien Betriebsstörungen verursachen. Das Kühlen der Würze an der Luft ist notwendig, denn die heiße Würze nimmt hierbei Sauerstoff auf, welcher teils nur gelöst, teils chemisch gebunden wird. Eine gut gelüftete Würze zeigt eine kräftige Gärung und vollkommene Klärung des Bieres. Sobald die Temperatur von beiläufig 40° C. auf dem Kühlschiff erreicht ist, muß die weitere Kühlung der Bier-

würze durch eigene, mit Eiswasser gespeiste Kühlapparate erfolgen, denn nur bei strenger Winterskälte würde die Temperatur von 40° auf die Gärtemperatur von 5–6° *rasch* sinken. Durch die schnelle Kühlung wird vermieden, daß sich die Würze stundenlang bei Temperaturen von 40 bis 20° C. befindet, welche selbst für gehopfte Würze eine große Luftinfektionsgefahr bedeuten.

Der Extrakt der Bierwürze setzt sich nach C. J. Linlner (Die Bierbrauerei, Seite 111) zusammen aus 50–60 % Maltose, 15–20 % Dextrinen, Invertzucker, Dextrose, Rohrzucker, Gummi, Röststoffen (bei Bierwürzen von Wiener und bayerischen Bieren), löslichen Hopfenbestandteilen (Bitterstoffe, Gerbstoff), stickstoffhaltigen Körpern (Eiweißstoffe, Amide, Cholin) und Aschenbestandteilen.

Die auf eine Temperatur von 5–6° C. abgekühlte Bierwürze unterwirft man in offenen Bottichen der Gärung, indem Hefe, Satz oder Zeug genannt, von einer früheren Gärung zugegeben wird. Die Hefepilze sind mikroskopisch klein und gehören zur Familie der Saccharomyzeten. Im Jahre 1883 entdeckte der berühmte Gärungsphysiologe Hansen, daß es unter den Hefepilzen sogenannte Kulturhefen gibt, welche verschiedene Gärwirkungen zeigen und seit altersher in der Brauerei fortgepflanzt wurden, und „wilde Hefen“, die „Krankheiten“ im Bier hervorrufen, d. h. ihm einen unangenehmen bitteren Geschmack oder eine Trübung erteilen. Einige Jahre später entdeckte Hansen die Hefereinzucht. Hierbei wird von einer einzigen, mikroskopisch festgestellten und bezeichneten Kulturhefenzelle ausgegangen und dieselbe unter Ausschluß jeder Infektion soweit vermehrt, daß genügend Hefe vorhanden ist, um einen Bottich mit Bierwürze zu vergären. Nach erfolgter Vergärung hat sich die Hefe so stark vermehrt, daß schon einige Bottiche Würze mit ihr in Gärung gebracht werden können, und, indem man das Verfahren wiederholt, vergärt schließlich die gesamte Bierwürze stets mit derselben Heferasse. Da eine kleine Quantität von jeder Reinzuchthefer im Laboratorium gegen Infektion geschützt aufbewahrt ist, so besteht die Möglichkeit, durch Neuvermehrung die im Betriebe allmählich unbrauchbar werdende Hefe stets durch *dieselbe* Rasse zu erneuern. Mit der Entdeckung der Hefereinzucht hat Hansen der Brauerei einen unschätzbaren Dienst geleistet, denn früher bezog eine Brauerei von der anderen den Zeug, eine Mischung von verschiedenen Kulturhefen, welche bisweilen mit wilden Hefen und Bakterien (*Pediococcus*-Arten) verunreinigt war. Nicht nur, daß sich die Brauerei Infektionen auf diese Weise in ihren Betrieb einschleppte, war es ganz unbestimmt, ob der bezogene Zeug die gewünschten Gärungserscheinungen hervorrufen werde. Man war deshalb auf ein Probieren angewiesen, bis man den richtigen Zeug fand. Heute dagegen stehen zahlreiche „Stämme“ von Reinzuchthefer

mit charakteristischen Gärungserscheinungen durch die brautechnischen Versuchsstationen den Brauereien zur Verfügung, beziehungsweise kann eine Neuzüchtung aus einem der Brauerei zusagenden Zeug vorgenommen werden. Während der Gärung der Bierwürze findet eine lebhaft Vermehrung der Hefezellen durch Sprossung statt. Sie erfolgt in der Weise, daß die runde oder eiförmige, 6–9 tausendstel Millimeter im Durchmesser betragende Hefezelle an einer Stelle eine köpfchenartige Ausstülpung bekommt, welche zur Größe und Form der Mutterzelle heranwächst und schließlich durch eine Querwand von der Mutterzelle abgeschlossen wird. Die neue Zelle sproßt, noch im Zusammenhang mit der Mutterzelle stehend, wieder, und dieser Vorgang wiederholt sich, so daß Sproßverbände aus 3, 4 oder 5 Zellen entstehen. In dem Zellinhalt der Hefe befindet sich das Enzym *Maltase*. Durch dieselbe wird die Maltose, welche direkt nicht vergärbar ist, in die leicht vergärbare Dextrose, auch Glykose oder Traubenzucker genannt, verwandelt. Durch das Hefenenzym *Invertase* wird der Rohrzucker, welcher als solcher nicht zu gären vermag, in Invertzucker übergeführt und leicht vergärbar. Die Gärung der Dextrose und Lävulose (Fruchtzucker) erfolgt durch das Hefenenzym *Zymase*, welche ein Molekül Dextrose in zwei Moleküle Kohlensäure (richtiger Kohlendioxyd) und zwei Moleküle Alkohol spaltet. Die Gärung ist, wie Buchner gezeigt hat, ein chemischer Vorgang und nicht, wie man früher glaubte, durch die Lebestätigkeit der Hefe bedingt. Buchners Versuch bestand darin, daß er Hefe mit Kieselgur und Wasser so lange zerrieb, bis mikroskopisch festgestellt worden war, daß in der Flüssigkeit alle Hefezellen zerrissen waren. Hierauf wurde durch ein dichtes Porzellanfilter filtriert und mit dem filtrierten Saft in Dextroselösung eine lebhaft Gärung erhalten. Die Maltose der Bierwürze wird also zuerst in Dextrose übergeführt und diese durch die Zymase vergoren. Außer Alkohol und Kohlensäure entstehen noch geringe Mengen von Bernsteinsäure und Glycerin, Milch- und Essigsäure. Die ersten beiden Körper sind nach Ehrlich Stoffwechselprodukte der Hefe. Zur Nahrung der Hefe und zur Bildung von Körpersubstanz für die durch Sprossung entstehenden Zellen dienen in der Bierwürze gelöste, leicht assimilierbare Eiweißabbauprodukte (Peptone, Albumosen, Amide), geringe Mengen der Mineralstoffe des Brauwassers und des Malzes sowie etwas Zucker. Im Verlaufe der Gärung treten Milch- und Essigsäure mit dem Alkohol zu zusammengesetzten Äthern in Verbindung, die, obwohl nur in kleinen Quantitäten vorhanden, doch zum charakteristischen Geruch und Geschmack des Bieres sowie zu seiner Bekömmlichkeit wesentlich beitragen.

Das Temperaturoptimum für die Gärwirkung der Hefe beträgt 35° C. Bei 0° stellt sie ihre

Tätigkeit fast ein. Von dem Temperaturoptimum kann in der Brauerei kein Gebrauch gemacht werden, denn die Geschmacksstoffe würden bei dieser Temperatur ganz andere sein und die Bindung der Kohlensäure, ohne welche Bier ungenießbar ist, wäre nur sehr gering. Wohl gibt es sogenannte obergärige Heferassen, durch welche obergärige Biere (Berliner Weißbier, Grätzer Bier, das Lichtenhainer, die Gose) bei einer Temperatur von 10—25° C. erzeugt werden, doch ist das nur ein kleiner Teil der Bierproduktion auf dem Kontinent. Der überwiegendste Teil der Biere wird durch *untergärige* Hefen erzielt, wobei die Temperatur bis höchstens 10° C. steigt. Die Untergärung zerfällt in der Praxis in die Haupt- und Nachgärung und führt ihren Namen daher, weil die Hefe sich im Verlaufe derselben auf dem Boden der Gefäße absetzt, im Gegensatz zur Obergärung, während welcher die Hefe an die Oberfläche der gärenden Bierwürze tritt. Während der Hauptgärung wird die größte Menge der Maltose vergoren, und da die Gärung mit einer Wärmeentwicklung verbunden ist, so muß die gärende Bierwürze, damit die Temperatur nicht über 10° C. steige, durch eigene in die Bottiche gesenkte Kühlvorrichtungen gekühlt werden. Das Gärungsbild ist ein äußerst interessantes und den Laien fesselndes: Die Oberfläche der Bierwürze ist zuerst mit einem dicken weißen, sahnenartigen Schaum bedeckt. Einen Tag später haben sich aus demselben gelblichweiße Wülste und Schnörkel gebildet. Diese „Kräusen“ nehmen bis zum nächsten Tag an Volumen zu, verlieren jedoch immer mehr ihre weiße Farbe. Im Verlauf der folgenden vier Tage fallen sie infolge der durch das Kühlen schwächer werdenden Gärung allmählich zusammen, und schließlich bedeckt eine schmutziggelbe Decke die Oberfläche des Bieres. Die Kräusen kamen dadurch zustande, daß zu Anfang der Gärung sich reichlich Kohlensäurebläschen entwickeln, welche infolge des Gehaltes der Bierwürze an klebrigen Substanzen, wie gelösten Hopfenharzen, Eiweißstoffen, Dextrinen, Gerstengummi, eine derartige Festigkeit besitzen, daß sie nicht platzen, sondern sich zu dem kompakten Schaum vereinigen. Die erwähnte Decke, welche auf dem Bier nach abgelaufener Hauptgärung lagert, besteht aus Hopfenharz, Eiweißstoffen und Hefezellen. Sie hat einen von einem Hopfenharz herrührenden, intensiv bitteren Geschmack und muß deshalb vor der Nachgärung des Bieres durch Abschöpfen beseitigt werden.

Die auf die Hauptgärung folgende Nachgärung läßt sich in ihren wissenschaftlichen Grundzügen folgendermaßen charakterisieren: Da der größte Teil der Hefe durch Absetzen zum Schluß der Hauptgärung in den Bottichen zurückgeblieben ist, enthält das Bier, welches nun in mit Pech ausgekleideten Fässern oder in Metallzylindern aus Aluminium oder Stahl lagert, weniger Hefe. Diese soll den noch vor-

handenen Zucker langsam vergären, damit nicht durch eine starke Kohlensäurebildung die Hefezellen in Bewegung gehalten werden, wodurch die Klärung des Bieres verhindert wird. Die tiefe Temperatur des Lagerkellers (0—4° C.) mäßigt entsprechend die Gärung und begünstigt außerdem die Absorption der Kohlensäure im Bier. Mit dem Verschließen des Fasses tritt als weiteres günstiges Moment für die Absorption der Druck (0,2—0,3 Atmosphäre) hinzu. Im Zustande der Nachgärung, sobald Klärung eingetreten ist, wird das Bier getrunken.

Infolge Infektionen durch Bakterien aus biologisch nicht einwandfreiem Wasser oder durch Bakterien und wilde Hefen, die aus der Luft stammen, können Klarheit, Geschmack und Haltbarkeit des Bieres Schaden leiden<sup>1)</sup>, indem eine Vermehrung dieser mikroskopisch kleinen Lebewesen in der ihnen zusagenden Würze und im Bier stattfindet. Um dieselbe zu verhindern, werden Leitungen und Gefäße von Zeit zu Zeit mit Dampf oder verdünnten, giftfreien Desinfektionsmitteln behandelt.

In allerjüngster Zeit hat die physikalische Chemie und die Kolloidchemie in die Brauwissenschaft Eingang gefunden. Es harren die gefundenen Resultate noch der Bestätigung, und deshalb habe ich von deren Wiedergabe hier abgesehen.

## Besprechungen.

**Arbeiten des Laboratoriums für die technische Moorverwertung an der Königl. Technischen Hochschule zu Hannover.** Herausgegeben von Professor Dr. *Gustav Keppeler*. Band I. Erstes Heft: Die Aufgaben der technischen Moorverwertung von *Gustav Keppeler*. Das Tote Moor am Steinhuder Meer, eine moorkundliche Studie von Dr.-Ing. *Carl Birk*, mit 5 Skizzen, 8 Bildern und 5 Tafeln. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1914. XIII, 102 S. Preis geh. M. 8,—.

Mit dem vorliegenden ersten Hefte wird eine Reihe von Publikationen eröffnet, welche uns mit den Resultaten der Arbeiten des Laboratoriums für technische Moorverwertung bekannt machen sollen. Nach dem Inhalt der vorliegenden Abhandlung zu urteilen, kann die deutsche Volkswirtschaft den größten Nutzen aus der Arbeit des neuen Institutes erhoffen.

In einer einleitenden Abhandlung bespricht der Herausgeber kurz die Aufgaben der technischen Moorverwertung. Es sind die Holländer in erster Linie, welche bahnbrechend in der Ausnutzung ihrer Moore vorgingen und dabei Mustergültiges geleistet haben. Große Moorflächen sind der landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt worden, auf den früher öden Landstrecken entstanden Ansiedlungen, welche für die Volksernährung von großer Bedeutung wurden.

Das in Holland — dann später auch in Nordwestdeutschland — angewendete Verfahren zur Nutzbarmachung der Moore, die sogenannte „Fehnkultur“, besteht darin, daß nach vorgenommener Entwässerung

<sup>1)</sup> Siehe „Die Bedeutung der Mikroorganismen für die Brauerei“. *Die Naturwissenschaften*, 1. Jahrg., Heft 39.



der Torf so vollständig wie möglich ausgebeutet und dann das Land für landwirtschaftliche Zwecke unter Zufuhr der fehlenden Pflanzennährstoffe nutzbar gemacht wird.

Im Gegensatz zu dieser Fehnkultur hat die „deutsche Hochmoorkultur“, die in erster Linie von der Bremer Moorversuchsstation ausgebildet wurde, in den letzten Jahrzehnten ebenfalls glänzende Erfolge erzielt. Nach diesem Verfahren wird nach vorgenommener Entwässerung die obere Deckschicht durchgearbeitet, und durch Zusatz von Kalk werden die im Boden befindlichen Humussäuren neutralisiert. Die so vorbereiteten Flächen dienen dann in erster Linie als Wiesen und Weiden. Es hat sich herausgestellt, daß dieselben sich im allgemeinen für den Körnerbau und andere Kulturen weniger eignen, wohl eine Folge der großen Feuchtigkeit des Torfuntergrundes.

Die Fehnkultur gestattet eine intensivere Ausnutzung der Bodenfläche durch den Körnerbau, ist daher für die Volksernährung wichtiger, als die durch die deutsche Hochmoorkultur geschaffenen Wiesen und Weiden. Die Umwandlung der Moore in Ackerland geht natürlich bei der Fehnkultur in einem viel langsameren Tempo vor sich, als die in Wiesenland nach dem Verfahren der deutschen Hochmoorkultur.

Eine großzügige Fehnkultur ist daran gebunden, daß der Torf so billig gewonnen werden kann, daß dessen Absatz in Konkurrenz mit der Stein- und Braunkohle gesichert erscheint. Für den Fall, daß der Torf mit Verlust verkauft werden müßte, würden die Kosten der Fehnkultur ins Ungemessene steigen, und man würde wohl oder übel zum Verfahren der deutschen Hochmoorkultur wieder übergehen.

Damit ist das Problem der Fehnkultur zu einem solchen der Torfgewinnung und -verwertung geworden.

Auf Anregung des Landtagsabgeordneten Herrn von Woyna, Königlicher Landrat im Kreise Neustadt a. Rbge., hat der Herr Kultusminister das Laboratorium für die technische Moorverwertung errichtet, um an der Lösung des Problems zu arbeiten und gleiche Bestrebungen zu fördern. Das Arbeitsfeld dieses Institutes ist also ein sehr ausgedehntes, und es wird jahrelanger Arbeit bedürfen, um das gesteckte Ziel zu erreichen resp. ihm näher zu kommen.

Bei der Moorverwertung kommt die Gewinnung von Torf als Torfstreu und für andere Spezialzwecke aus den oberen jüngeren Lagen in Betracht, und in zweiter Linie die Gewinnung von Torf für Feuerungszwecke. Das Laboratorium kann schon auf eine Reihe von Erfahrungen von anderer Seite fußen, welche bis heute in der Praxis haben gemacht werden können und auf Grund derer eine Reihe von Torfgewinnungsmethoden ausscheiden können. Auf andern aussichtsreicheren kann mit Aussicht auf schließlichen Erfolg weiter gebaut werden. Eine rationelle billige Torfgewinnung ist in erster Linie abhängig davon, daß das Wasser aus dem Rohtorf, wie dieser dem Moore entnommen wird, mit den geringsten Kosten entfernt wird. Bedenkt man, daß bei einem gut entwässerten Moore in je 800 kg Rohtorf nur ungefähr 100 kg Trockentorf enthalten sind, daß also für 100 kg Trockentorf 700 kg Wasser zu entfernen sind, so hat man die Schwierigkeit der Aufgabe vor Augen. Alle Verfahren, welche dieses Wasserquantum durch künstliche Trocknung unter Aufwendung von Brennmaterialien entfernen wollen, scheiden von vornherein aus. Die Trocknung des Rohtorfes an der Luft durch Verdunsten der Feuchtigkeit unter dem Einflusse von Wind und Sonne

ist, was Billigkeit anbetrifft, durch kein anderes Verfahren zu ersetzen. Diese Lufttrocknung geht in trockenen Sommern so weit, daß der Torf nur noch 20 bis 30 % Feuchtigkeit enthält, in nassen Jahren kann man aber nur mit einem Torfe rechnen, der 40 bis 50 % Wasser enthält. Es könnte sich aber darum handeln, Torf für besondere Zwecke bis auf 5 bis 10 % herunter zu trocknen durch Benutzung von Abwärme, welche in genügender Menge vorhanden wäre, wie Ref. a. a. O. nachgewiesen.

Von den vielen vorgeschlagenen und zum Teil versuchten Verfahren, das Wasser mechanisch aus dem Rohtorf zu entfernen, kommen heute in erster Linie nur zwei in Betracht, nämlich das Verfahren von Ekenberg und das der Naßpreßgesellschaft Wiesbaden.

Über das erstere hat sich Ref. in Heft 14 dieser Zeitschrift vom 14. April 1913 ausführlicher geäußert.

Der Vorschlag der Naßpreßgesellschaft Wiesbaden beruht auf der Beobachtung, daß dem Rohtorf der größte Teil des in ihm enthaltenen Wassers durch Pressen dann leicht entzogen werden kann, wenn der Masse poröse Körper — in diesem Falle am besten Torfstaub — zugesetzt wurden. Ob nun dieses Verfahren dem Ekenbergschen überlegen ist, werden die weiteren Versuche im Betrieb zeigen müssen. Eine ausschlaggebende Rolle für die Kosten wird die Menge des zuzusetzenden Torfstaubes spielen; je mehr davon benötigt wird, desto ungünstiger wird sich das Verfahren stellen. Nimmt man z. B. einen Zusatz von 15 % Torfstaub zum Rohtorf an, so ist dies ungefähr 50 % vom fertigen Trockentorf. Ein Betrieb zur Herstellung von täglich 300 Tonnen Torf müßte 150 Tonnen Torfstaub dafür zur Verfügung haben. Der Zusatz muß also ein bedeutend geringerer sein, als oben angenommen, wenn das Verfahren zu einem Gewinn bringenden werden soll.

Es ist zu hoffen, daß das Institut beide Verfahren wissenschaftlich durcharbeiten wird und unsere Kenntnisse über die Vorgänge der Wasserentziehung in beiden Fällen erweitert und Anregung für neue Arbeiten und Versuche gibt.

Als besonders wertvolles Erzeugnis der Torfverwertung erwähnt Verf. den Torfkoks, der als Ersatz für Holzkohle dienen kann. Bei der trockenen Destillation des Torfes werden aus 100 kg, je nach der Qualität desselben und dem angewendeten Destillationsverfahren, 33—40 kg Koks gewonnen. Die dem Torfe stets beigemengten Mineralsubstanzen, die Asche, werden sich im Koks prozentual in 3—2½ facher Menge wiederfinden; es kann deshalb nur ein sehr aschenarmer Torf zur Koksherstellung für besagten Zweck verwendet werden. Verf. schätzt die jährliche Produktion an Holzkohle auf 75 000, diejenige an Torfkoks auf 4000 Tonnen; es liegt daher im Interesse der Torfverwertung, die Koksproduktion möglichst zu vermehren. Trotz des hohen Preises des Torfkoks ist der heute bei seiner Herstellung erzielte Gewinn im günstigsten Falle nur ein sehr mäßiger. Verf. erwähnt mit Recht, daß Hand in Hand mit dieser Fabrikation die Gewinnung der Nebenprodukte gehen müsse, wenn man zu befriedigenden Resultaten kommen wolle.

Ref. möchte noch weiter gehen und behaupten, daß im allgemeinen die Torfverwertung nur dann von finanziellem Erfolg gekrönt sein wird, wenn möglichst unter allen Umständen die Nebenprodukte, wie Paraffin, Methylalkohol, Essigsäure und Ammoniak gewonnen werden. Die Absonderung dieser Produkte aus dem Teer und dem Teerwasser müßte am besten

in einzelnen Zentralen geschehen, welche die Produktion der Torfverbraucher eines gewissen Bezirkes verarbeiten; eine einzelne Torfdestillationsanlage ergibt nicht genügend Teer und Teerwasser, um eine besondere eigene Anlage zur Abscheidung der verschiedenen Nebenprodukte mit Aussicht auf Gewinn speisen zu können. Ref. muß sich versagen, auf diesen Gegenstand näher einzugehen, um den Rahmen einer Besprechung der in Frage stehenden Abhandlung nicht zu überschreiten.

Die moorkundliche Studie von Dr.-Ing. Carl Birk behandelt in sehr ausführlicher Weise das Tote Moor am Steinhuder Meer. Die grundlegenden Faktoren, welche von Einfluß sind auf die Entstehung und den Aufbau des Moores, sind vorwiegend Funktionen des Klimas, der Boden- und Wasserverhältnisse des Entstehungsortes. Von diesem aufgestellten Leitsatze ausgehend, stellt Verf. die geographischen, geologischen und als wichtigste die klimatischen Verhältnisse dar. Das Studium der Änderungen der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit sowie Nebel und Taubildungen, der Windverhältnisse und Niederschlagshöhen, welche Daten größtenteils den Aufzeichnungen von Hannover entnommen werden mußten, führt zu interessanten Feststellungen. Eine große ständige Luftfeuchtigkeit ist die Hauptbedingung für die Existenz einer Moorflora, eine Folge der mit der großen Luftfeuchtigkeit in Zusammenhang stehenden vermehrten Wolkenbildung und düstiger Atmosphäre ist die Absorption der chemisch wirksamen Sonnenstrahlen, der ultravioletten, so daß am besten diejenigen Pflanzen gedeihen, deren Lichtbedürfnis ein Minimum ist, und eben diese bauen das Moor auf. Nach den Vermessungen und Berechnungen des Verfassers beträgt die gesamte Mooroberfläche annähernd 3000 ha. Durch eine große Anzahl von Bohrungen auf festgelegten Richtlinien sind alle Daten gefunden, um die genauen Moorprofile aufzuzeichnen und die älteren Torfschichten von den jüngeren zu trennen. Aus den beigelegten Profilen und einer Karte ist es möglich, den Gesamtvorrat an Rohorf annähernd zu bestimmen.

Die aus den Bohrlöchern gewonnenen Torfproben wurden sowohl mikroskopisch, botanisch, als auch chemisch technisch nach allen Richtungen hin genauest untersucht und die Resultate übersichtlich zusammengestellt. Für kein anderes Moor besitzen wir heute so vollständige Angaben, wie sie für das Tote Moor durch die vorliegende Arbeit festgelegt sind. Die Arbeit erbringt zweifelsfrei den Beweis, daß das Moor sich für eine großzügige Brenntorfindustrie nicht eignet, die größte Menge des Torfes besteht aus jüngeren Bildungen, welche in erster Linie nur für die Gewinnung von Torfstreu und Torfmull in Betracht kommen. Eine Ausbeutung nach dieser Richtung wird nun durch die „Torfverwertung Poggenmoor, Eduard Dyckerhoff, G. m. b. H.“ in großem Maßstabe vorgenommen.

Die Gewinnung von Brenntorf geschieht nur an den Rändern des Moores im Kleinbetriebe — und in den meisten Fällen als Raubbau — dort, wo die Entwässerung den Abbau gestattet.

Für die großzügig angelegte Torfstreugewinnung ist der leitende Gesichtspunkt die Schaffung von Kulturland nach dem Abbau des Torflagers. So wird unserem Volke neues Land für den Anbau zur Verfügung gestellt; nach Jahren werden dort üppige Kornfelder das Auge des Reisenden erfreuen, wo heute eine öde Moorfläche dem Auge des Wanderers sich darbietet.

Den weiteren Veröffentlichungen des neuen Institutes sehen wir mit großem Interesse entgegen. Möge es ihm gelingen, die Aufgabe zu lösen, welche der Herausgeber in die kurzen Worte zusammenfaßt: Unserem Volke im Frieden neues, ertragreiches Land zu gewinnen.

Asmus Jabs, Zürich.

## Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung am 6. März sprach Professor Dr. F. Machatschek-Wien über *Russisch-Turkestan*, das er auf zwei Forschungsreisen in den Jahren 1911 und 1914 genauer kennen gelernt hatte. Leider fand die zweite Reise durch den Ausbruch des Krieges ein vorzeitiges Ende, da der Forscher in russische Kriegsgefangenschaft geriet. Auf Verwendung des Gouverneurs der Provinz 'Syr-Darja, der zugleich Vorsitzender der Geographischen Gesellschaft in Taschkent ist, wurde ihm diese Stadt als Aufenthaltsort zugewiesen, wo er sich frei bewegen durfte. Doch verhaftete ihn die Geheimpolizei bald von neuem als Spion und setzte ihn in strenge Einzelhaft, bis er schließlich definitiv freigelassen wurde.

Turkestan gehört zu jenen Gebieten, in denen ein auf künstlicher Bewässerung beruhender Ackerbau schon frühzeitig die Entwicklung einer hohen Kultur begünstigte. Doch gelangte es nur vorübergehend zu selbständiger politischer Bedeutung, wurde vielmehr meist eine Beute fremder Eroberer. Während das chinesische Ost-Turkestan zu den typischen Zentral-landschaften im Sinne *Richthofens* gehört, vereinigt das von *Machatschek* bereiste West-Turkestan, das sich begrifflich nahezu mit dem russischen Generalgouvernement Turkestan deckt, verschiedene Landschaftstypen. An den Aralsee schließen sich Wüsten an, die im Osten und Süden von Gebirgen umrahmt sind, und zwischen beide Formen schiebt sich der Oasengürtel ein, an welchen die Siedlungen gebunden sind.

Die in der Transkaspischen Provinz, südlich des Flusses Amu-darja, gelegene Kara-kum (d. h. Schwarze Wüste) ist keine reine Sandwüste. Die Barchane, jene bogenförmigen Dünen, die als reinste Formen der Flugsandanhäufung unter dem Einfluß des Windes typisch sind, kommen relativ selten vor; vielmehr überwiegen langgestreckte, bis 15 m hohe, jetzt bewachsene Kämme aus Dünen sand, die sich in nordsüdlicher Richtung, parallel zur vorherrschenden Windrichtung, erstrecken. Offenbar hat das Eintreten einer feuchteren Klimaperiode die Selbstbewachsung dieser alten Dünen in der Gegenwart ermöglicht. Außer solchen Dünen sanden finden sich auch Lehm böden mit blätteriger Struktur an der Oberfläche. Die Bevölkerung besteht vorwiegend aus Turkmenen, die im Innern als Nomaden leben, in den Randgebieten aber teilweise sesshaft geworden sind und Ackerbau treiben. In der Kysyl-kum (d. h. Rote Wüste) nördlich des Amu-darja, sind bereits die Kirgisen häufiger. Zwischen beiden Wüsten ist die Oase von Chiwa gelegen, die auf eine Jahrtausende alte Geschichte zurückblicken kann. Da der Amu-darja seinen Lauf öfters geändert hat, so ist auch die Lage der Hauptstadt nicht konstant geblieben. Das heutige Chiwa ist eine relativ junge Stadt mit schmutzigen, engen Gassen, deren Bauten meist aus Lehm bestehen. Es hat nur Bedeutung als Knotenpunkt von Karawanenstraßen, auf denen sich der Baumwolltransport bewegt. Von den 60 000 qkm des ganzen Chanats sind nur 6 % ange-

haut. Der Amu-darja selbst wird von einem breiten Schilfgürtel umgeben.

Das südliche Randgebirge, das die Verbindung zwischen Kaukasus und Pamir herstellt, ist durch jugendliche Faltung entstanden und weist Gipfelhöhen bis 3000 m auf. Es hat den Charakter eines Kalkmittelgebirges mit spärlicher Vegetation. Dagegen sind die Randketten des Tien-schan, welche die östliche Begrenzung bilden, aus einer alten, durch zahlreiche Brüche in Schollen zerlegten Rumpffläche entstanden. Hier steigen die Gipfel bis 5000 m, ja, in der Alai-kette bis 6000 m empor. Die Kämme sind häufig schmale Horste, die Täler tektonische Gräben. Wo sich die Bruchlinien in spitzen Winkeln schneiden, entstehen Senken, die oft durch Seen eingenommen werden, deren größter der Issyk-kul ist. An seinen Ufern finden sich Strandlinien bis 100 m über dem Seespiegel, die auf ein früher feuchteres Klima hindeuten. Auch in der Gegenwart haben die Beobachtungen beträchtliche Niveauschwankungen dieses, heute abflublosen Sees ergeben. Die Oberflächenformen des Gebirges hängen in hohem Maße von der Gesteinsbeschaffenheit ab. Jene terrigenen tertiären Sedimente, die sich in den Senken erhalten haben und den Hanheischichten *Richthofens* entsprechen, liefern eigentümliche Landschaftsbilder. Die Kalke der Steinkohlenformation zeigen steile und schroffe, die Schiefer runde und weiche Formen. Da die Luftfeuchtigkeit in der Höhe sehr gering ist, so erreicht die Verdunstung beträchtliche Werte, und die Vergletscherung ist nicht so bedeutend, wie man es nach der Höhenlage erwarten sollte. Die Schneegrenze liegt dementsprechend etwa um 1000 m höher als in den Alpen. In der Eiszeit reichten die Gletscher nur etwa 600 m tiefer hinab als jetzt. Sehr bedeutend ist der Einfluß der Verwitterung, welche auch das festeste Gestein zerstört, dessen Trümmer dann zur Zeit der Schneeschmelze gelegentlich in riesigen Schlammströmen zu Tale gehen. Die Vegetation im Gebirge ist ärmlich; geschlossene Waldbestände finden sich nur in den nördlichen Ketten; dagegen treten im Boden schattiger Täler Auenwälder auf.

Im Innern des Gebirges wohnen die Kara-Kirgisen, auf dem Lößgürtel am Rand des Gebirges sind die Usbeken angesiedelt und in den Städten wohnen die Sarten, die aus der Vermischung einer indogermanischen Urbevölkerung mit Mongolen entstanden sind und in moralischer Beziehung zweifellos das inferiorste Element dieses Völkergemisches bilden. Die Städte haben vielfach eine glanzvolle Vergangenheit gehabt, sind aber jetzt verwahrlost und durch die Angliederung von modernen Russenstädten ihres ursprünglichen Charakters beraubt, bis auf Buchara und Chiwa, bei denen die russischen Stadtteile fehlen. Manche Städte sind an solchen Stellen entstanden, wo die letzten Verzweigungen eines Flusses in der Wüste versickern. So liegt die Trümmerstadt Merw an dem Ende des Murgab, Buchara an dem des Serafschanflusses. Buchara hat zwar noch Bedeutung als Sitz einheimischer Hausindustrien, wie der Teppichweberei und mancher Metallarbeiten, doch ist die Kulturfläche zugunsten von Samarkand zurückgegangen. Dieses hat seine Glanzzeit unter der Regierung von Timur gehabt, dessen Mausoleum sich neben denen zahlreicher anderer Grabmoscheen dort befindet. Aber auch Samarkand wird heute übertroffen von Taschkent, einer sehr weitläufig gebauten Stadt, deren Areal dasjenige Berlins übertrifft und mit den Vororten zusammen etwa 200 qkm beträgt.

Rußland, zu dem West-Turkestan jetzt gehört, hat hier große zivilisatorische Aufgaben zu lösen. Die Verkehrsverhältnisse waren höchst primitiv, und das gebräuchlichste Verkehrsmittel bestand in hohen zweiräderigen Karren. In der Mitte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde der Bau der transkaspischen Eisenbahn begonnen, die den Amu-darja auf einer 1½ km langen Brücke überschreitet und in Samarkand endigte. Später wurde die Linie nach Ferghana und Taschkent verlängert. Der Kampf mit dem Flugsand spielte beim Bau dieser, vor allem militärischen Zwecken dienenden Bahn eine wichtige Rolle; er hat unsere Kenntnis von dem Wesen der Flugsanddünen wesentlich gefördert. Da die transkaspische Bahn jedoch ihr Ende am Kaspischen Meer erreicht und ein Anschluß an das russische Bahnnetz erst nach einer Durchschiffung dieses größten Binnensees unserer Erde möglich war, so wurde 1905 eine Anschlußbahn hergestellt, die vom Ural her um das Nordende des Aralsees und längs des Flusses Syr-darja ebenfalls Taschkent erreicht und so Rußland direkt mit Turkestan verbindet. Neuerdings hat man noch eine weitere Bahnlinie in Angriff genommen, durch welche die große transsibirische Bahn mit dem turkestanischen Bahnnetz verknüpft werden soll.

Die Zukunft des Landes aber hängt in erster Linie von der künstlichen Bewässerung ab. Bisher trug alles, was auf diesem Gebiete von russischer Seite geschehen ist, den Stempel des Ziellosen und Zufälligen. In trockenen Jahren fanden mitunter regelrechte Fehden um den Besitz des Wassers statt, da es an einer rechtlichen Regelung der Wasserverteilung mangelte. Daß die Produktion an Baumwolle, der hier die Zukunft gehören dürfte, zugenommen hat, ist weniger auf eine Vergrößerung der angebauten Fläche als auf einen Rückgang der anderen Kulturen und auf die Pazifizierung des Gebietes zurückzuführen. Erst seit den allerletzten Jahren trägt man sich mit großzügigen Plänen für die Bewässerung und bereitet eine gesetzliche Regelung des Wasserwesens vor. Bis jetzt stehen 52 000 qkm, d. h. 2½ % der Fläche von Russisch-Turkestan, unter Bewässerung; aber noch weitere 40 000 qkm können unter Kultur genommen werden, wodurch man eine Unabhängigkeit des der russischen Baumwollenmanufaktur nötigen Rohmaterials vom Auslande zu erreichen hofft. Große Irrigationsanlagen, für die bisher 7 Millionen Rubel aufgewendet wurden, sind in der Ausführung begriffen. Das Land befindet sich also zurzeit gerade in einem Übergangsstadium, für das eine ruhige und stetige Entwicklung von besonderem Wert gewesen wäre. Auch hier macht sich daher das verderbliche Eingreifen des Krieges in friedliche Kulturaufgaben unheilvoll geltend, da zu befürchten steht, daß die mit so großen Hoffnungen begrüßten Anfänge bereits im Keime erstickt werden.

O. Baschin.

## Anthropologische Gesellschaft zu Berlin.

In der Sitzung am 6. März sprach Professor Rothmann über die hirnpfysiologischen Untersuchungen an Anthropoiden in Berlin und die Begründung einer Menschenaffenstation zur hirnpfysiologischen und psychologischen Erforschung der Menschenaffen. Nach vorbereitenden Schritten mit Hilfe der Selenka- und Plaut-Stiftung wurde das Unternehmen Ende 1912 unter dem Vorsitz von Geh. Rat Wal-

deyer von der Königl. Akademie der Wissenschaften mit Hilfe der Samson-Stiftung auf Teneriffa in Orotava begründet. Die ersten Schimpansen lieferte das Kaiserliche Gouvernement in Kamerun. Die neuesten Forschungen auf dem Gebiet der Hirnlokalisation, der Paläontologie und der biologischen Blutreaktion haben die besonders enge Verwandtschaft der Anthropoiden mit den Menschen dargelegt. Daher sind diese Forschungen auch für die menschliche Völkerkunde und Psychologie von größter Bedeutung. Es wurden im ersten Jahre der Station, die mit einem weiten Platz mit Schlafräumen und Laboratorium in der Nähe von Puerto Orotava angelegt wurde, von Herrn Teuber im wesentlichen das Verhalten der Tiere ohne jede Dressur beobachtet. Jede Beziehung zu den sogenannten „klugen Hunden und Pferden“ abgelehnt. Die sechs Schimpansen im Alter von 5–6 Jahren bildeten sofort eine Herde mit Führer und Wachen. Besonders auffällig ihr häufiger vollkommen menschenähnlicher aufrechter Gang. Es werden die Freundschafts- und sexuellen Beziehungen besprochen. Die Spiele der Schimpansen, vor allem aber ihre charakteristischen Tänze, werden genau beschrieben. Ein glücklicher Zufall brachte außerdem einen 11–12jährigen Tschego, der sich im Körperbau und im ganzen Verhalten wesentlich von den Schimpansen unterschied. Bemerkenswert ist der Nesterbau der Schimpansen. Hinsichtlich ihrer sehr reichhaltigen Lautgebung ließ sich nichts feststellen, was berechtigte, auf eine Art Sprache zu schließen. Sehr mannigfaltig sind dagegen das Mienenspiel und die Ausdrucksbewegungen der Arme ausgestaltet, durch die zweifellos eine weitgehende Verständigung möglich ist. Ferner ist in engen Grenzen ein Wortverständnis festzustellen. Über eine Reihe sehr bemerkenswerter Intelligenzleistungen und über Nachahmungsversuche wurde berichtet.

Was die Ziele der Station betrifft, so wurden zunächst Intelligenzprüfungen und genaue Untersuchungen der einzelnen Sinne von dem jetzigen Leiter, Herrn Privatdozent Dr. Kochler, angestellt. Die niederländische Regierung hat sich bereit erklärt, Orang-Utans zu senden, und auch Gorillas sollen später beschafft werden, um eine vergleichende Psychologie der Anthropoiden mit ihren Ausblicken auf die menschlichen Verhältnisse zu ermöglichen. Erst für spätere Zeiten sind dann hirnpysiologische Untersuchungen in Aussicht genommen. Die Station und die einzelnen Leistungen der Schimpansen wurden an der Hand von zahlreichen Projektionsbildern erläutert.

Dr. H. Friedenthal, Nikolassec.

## Astronomische Mitteilungen.

Über eine am Tage beobachtete Feuerkugel berichtet W. Spill im neuesten Heft der Zeitschrift *Sirius* (Februar 1915, Herausgeber Dr. Kritzinger). In Annen (Westfalen) wurde am 14. Dezember vorigen Jahres ein großes Meteor einige Minuten vor Sonnenaufgang wahrgenommen, das den Tageshimmel von Osten nach NW durchzog und die Form eines großen fallenden Tropfens besaß. Anfang und Endpunkt der Bahn waren recht genau mit Sextant und Kompaß gemessen. Der Feuerball erlosch, ohne zu zerspringen.

Für den periodischen Kometen Winnecke, dessen Wiedererscheinen in diesem Jahre bevorsteht, gibt K. Hillebrand (Graz) in Nr. 4787 der *Astronomischen Nachrichten* eine ausführliche Ephemeride, die jene Kometenörter für 1915 (16. April bis 31. August) ent-

hält. Dieser periodische Komet, der schon im Jahre 1819 entdeckt und 1858 von Winnecke wiedergefunden wurde, hat eine Umlaufzeit von 5,8 Jahren um die Sonne und ist, obwohl ziemlich lichtschwach und verwaschen, doch schon in mehreren Erscheinungen seiner Wiederkehr beobachtet worden. Seine Bahnbestimmung hat zu einer recht genauen Bestimmung der Jupitermasse geführt.

Von 2523 veränderlichen Sternen bringt das neueste Heft der *Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft* aus der berufenen Feder von Prof. Hartwig (Bamberg) einen ausführlichen Katalog für 1915 mit Angaben über die Lichtperioden. Die meisten neuen Veränderlichen sind auf photographischem Wege entdeckt worden, wobei auch den weiblichen Astronomen ein großes Verdienst zukommt.

Die Durchmesser der Fixsterne behandelt der österreichische Astronom Prof. Hnatek in den *Astronomischen Nachrichten* (Nr. 4731). Diese Untersuchungen beruhen darauf, daß sich das Verhältnis des Sternradius zum Sonnenradius bei bekannter Sternparallaxe ermitteln läßt, wenn man zugleich die aus dem Spektrum der Sterne zu erschließende Flächenhelligkeit benutzt. Aus diesen Untersuchungen folgt die interessante Tatsache, daß für Temperaturen über 5300 Grad (Sonnentemperatur etwa 6000°) die Sterndurchmesser im allgemeinen nur wenig größer herauskommen als der Sonnendiameter.

Vom neuen Kometen. Für den im Februar entdeckten und an dieser Stelle bereits erwähnten Kometen 1915 a (Mellish) liegt jetzt eine Berechnung der Bahnelemente und eine ziemlich genaue Ephemeride vor. Der neue Komet, gegenwärtig von der neunten Größenklasse, also nur im Fernrohr sichtbar, wird erst Ende Juli d. J. in Sonnennähe kommen und daher noch erheblich an Helligkeit zunehmen. Seine Bewegung am Himmel ist nach Südost gerichtet; am 18. März geht dieser teleskopische Komet durch den Himmelsäquator bei einer Rektaszension von 17 h 47 m. Er ist daher nur am Morgenhimmel sichtbar; vermutlich wird er auch eine Schweifentwicklung bei weiterer Annäherung an die Sonne zeigen.

A. Marcuse.

## Physikalisch-chemische Mitteilungen.

Die Fällung und Adsorption der Radioelemente. In den letzten anderthalb Jahren sind einige wertvolle Aufschlüsse über die Fällung und Adsorption der Radioelemente erzielt worden. Das Hauptinteresse, das diese Erscheinungen beanspruchen, rührt daher, daß man mit Hilfe der Radioelemente das Verhalten äußerst geringer Substanzmengen studieren kann. So lassen sich 10–15 g von Thorium B (ThB) durch radioaktive Methoden noch mit Leichtigkeit nachweisen.

Es ist schon seit langem bekannt, daß man verschiedene Radioelemente durch chemische Methoden trennen kann, wenn man in der radioaktiven Lösung Niederschläge von gewöhnlichen Stoffen erzeugt. Wird Barium in einer sauren Lösung von Thorium B und Thorium C (ThC) als Sulfat gefällt, so findet man das erste Radioelement im Niederschlag, während das zweite in Lösung bleibt. Man hat sich oft gefragt, ob zwischen diesem Verhalten der Radioelemente und ihrer wahren chemischen Natur einfache Beziehungen bestehen, d. h. ob man aus dem Ausfallen des ThB mit Bariumsulfat auf die Schwerlöslichkeit des Sulfats des ThB bzw. auf eine chemische Analogie mit Barium schließen darf.

Die Beantwortung dieser Frage wurde erst möglich, nachdem durch die Fajans-Soddische Einreihung der Radioelemente in das periodische System die chemische Natur aller Radioelemente aufgeklärt wurde. Bekanntlich haben sich dabei die meisten Radioelemente als chemisch vollkommen vergleichbar mit einem der gewöhnlichen Elemente erwiesen, mit dem sie die gleiche Stelle im periodischen System teilen oder, wie man sagt, isotop sind. So ist z. B. das ThB mit Blei isotop, es konnte von ihm durch keine chemische Operation getrennt werden. Man ist somit in der Lage, das Verhalten, das das ThB (also auch das Blei) in den winzigsten Mengen zeigt, mit den Eigenschaften zu vergleichen, die Blei bei den gewöhnlichen Konzentrationen besitzt.

Als Resultat eines solchen Vergleiches des Verhaltens der Radioelemente bei Fällungsreaktionen mit dem Verhalten der isotypen gewöhnlichen Elemente haben K. Fajans und P. Beer<sup>1)</sup> eine sehr einfache Regel formuliert. Danach fällt ein Radioelement mit den verschiedensten Niederschlägen aus, falls diese unter Bedingungen gefällt werden, unter welchen das isotope gewöhnliche Element einen schwerlöslichen Niederschlag bildet. So fällt das mit Blei isotope ThB mit Bariumsulfat, weil das Blei ein schwerlösliches Sulfat bildet, während das mit Wismut isotope ThC in Lösung bleibt, da Wismutsulfat in saurer Lösung leicht löslich ist. Fajans und F. Richter<sup>2)</sup> haben diese, zunächst qualitative Regel einer quantitativen Prüfung unterzogen und gefunden, daß zwischen der Fällbarkeit eines Radioelementes und der Löslichkeit seines entsprechenden Salzes ein deutlicher Parallelismus besteht: so fällt das ThB mit Mangankarbonat zu 97 % aus, mit Silberchlorid nur zu 36 %. Nun ist das Bleikarbonat sehr schwer löslich, während das Bleichlorid auf der Grenze der schwer- und leichtlöslichen Salze steht.

Dieser einfache Zusammenhang zwischen Fällbarkeit und Löslichkeit, der auf den ersten Blick fast selbstverständlich erscheint, ist doch höchst bemerkenswert, wenn man überlegt, worauf die Fällung der Radioelemente beruht. Vor allem ist es wegen der äußerst kleinen Verdünnungen, mit denen man es hier zu tun hat, ausgeschlossen, daß ein Radioelement aus dem Grunde ausgefällt wird, weil seine Konzentration in der Lösung größer ist als die Löslichkeit des entsprechenden Salzes beträgt, selbst wenn dieses sehr schwer löslich sein sollte. Es konnte gezeigt werden, daß eine Ausfällung eines radioaktiven Salzes in Fällungen erfolgen kann, wo seine Konzentration um 10 Zehnerpotenzen kleiner ist als seiner Löslichkeit entspricht. Man muß deshalb annehmen, daß das Radioelement deshalb mit dem Niederschlag ausfällt, weil sein Salz entweder mit dem Niederschlag eine isomorphe Mischung (feste Lösung) bildet oder von ihm oberflächlich adsorbiert wird. Ersteres wäre zu erwarten, wenn zwischen dem Metall des Niederschlages und dem Radioelement eine nahe chemische Analogie bestände. Da aber ein Radioelement mit Niederschlägen von Metallen der verschiedensten Gruppen des periodischen Systems ausfallen kann, so z. B. das Radium E — ein Glied der Wismutplejade — mit schwerlöslichen Salzen von Barium, Blei, Wismut, Kupfer, Silber, Thorium, Tellur, kann diese Erklärungsweise jedenfalls nicht in allen Fällen zutreffen. Es bleibt also nur die Annahme übrig, daß man es bei der Ausfällung der Radioelemente in den meisten

Fällen mit Adsorptionserscheinungen zu tun hat, und so würde also die genannte Fällungsregel einen bemerkenswerten Parallelismus zwischen Löslichkeit und Adsorbierbarkeit andeuten<sup>3)</sup>, der bei der Untersuchung der Adsorptionserscheinungen bei gewöhnlichen Stoffen nicht aufgefallen ist. Für letztere hat man gewöhnlich physikalische Faktoren, wie Oberflächenspannung, als maßgebend angesehen.

Diese Überlegung wurde durch andere Arbeiten stark gestützt. Vor allem hat J. Wojtaszewski<sup>4)</sup> sehr wahrscheinlich gemacht, daß es sich bei der Fällung der Radioelemente um Adsorptionserscheinungen handelt: er zeigte, daß die Fähigkeit der Niederschläge, die in der Lösung des Uran X erzeugt werden, dieses mitzureißen, einen Parallelismus aufweist mit ihrem Vermögen, das Uran X zu adsorbieren, wenn sie außerhalb der radioaktiven Lösung erzeugt und dann mit ihr geschüttelt werden. Es haben dann K. Horowitz und F. Paneth<sup>5)</sup> direkt gezeigt, daß zwischen Adsorption der Radioelemente an verschiedenen schwerlöslichen anorganischen Salzen und Oxyden und der Löslichkeit der entsprechenden radioaktiven Salze ein ausgesprochener Zusammenhang besteht, und zwar wird nach ihnen ein Radioelement von einem Adsorbens dann gut adsorbiert, wenn es mit dessen Anion ein schwerlösliches Salz bildet. So wird z. B. Radium, dessen Sulfat sehr schwer löslich, dessen Chlorid dagegen leicht löslich ist, beim Schütteln seiner Lösung mit Bariumsulfat zu 88 % von diesem adsorbiert, während es vom Silberchlorid gar nicht aus der Lösung entfernt wird.

Diese einfachen Verhältnisse gelten aber nur, wenn der Niederschlag bei den Fällungsversuchen oder das Adsorbens bei den Adsorptionsversuchen selbst schwer löslich ist. Wie Wojtaszewski fand, nimmt im allgemeinen die Fähigkeit der Niederschläge, das Uran X zu adsorbieren oder mitzufallen mit ihrer steigenden Löslichkeit ab. Und während die schwerlöslichen Mangano- oder Bariumkarbonat das ThB praktisch vollständig ausfällen, werden nach Fajans und Richter bei der Fällung des leichtlöslichen Ammonkarbonats nur wenige Prozente von ThB aus der Lösung entfernt.

Durch alle diese Untersuchungen kann es als gesichert angesehen werden, daß bei den Adsorptionserscheinungen aus äußerst verdünnten Lösungen die chemische Natur des Adsorbens und des adsorbierten Salzes, speziell ihre Löslichkeitsverhältnisse, eine ausgesprochene Rolle spielen.

Was die theoretische Deutung dieser Erscheinungen anbelangt, so seien hier die Ansichten von F. Haber<sup>4)</sup> und F. Paneth<sup>5)</sup> erwähnt. Beide Autoren knüpfen an die Vorstellungen an, die W. H. und W. L. Bragg<sup>6)</sup> auf Grund ihrer Untersuchungen der Reflexion der Röntgenstrahlen an Kristallen über die Struktur der letzteren entwickelt haben. Danach werden die Bestandteile eines kristallisierten Salzes durch Kräfte der chemischen Affinität zusammengehalten, und zwar derart, daß ein Kation des Salzes nicht nur mit einem Anion

<sup>1)</sup> Vgl. auch F. Paneth, Kolloidzeitschrift 13, 302 (1913).

<sup>2)</sup> Dissertation Freiburg (Schweiz) 1913.

<sup>3)</sup> Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung Wien LXIII; vgl. auch F. Paneth, Physikal. Zeitschr. 15, 924 (1914).

<sup>4)</sup> Journ. Soc. Chem. Industrie 33, 50 (1914). Zeitschr. f. Elektrochemie 20, 521 (1914).

<sup>5)</sup> l. c.

<sup>6)</sup> Vgl. den zusammenfassenden Bericht i. Jahrbuch d. Radioaktivität und Elektronik 11, 346 (1914).

<sup>1)</sup> Ber. d. d. chem. Ges. 46, 3486 (1913).

<sup>2)</sup> Ebenda 48 (1915).



(wie bei Molekülen eines Gases), sondern mit allen benachbarten Anionen im Kristall verbunden ist und ein Anion mit allen benachbarten Kationen. Es tritt somit eine Teilung der Valenz ein, und *Haber* macht die Annahme, daß ein Teil der Valenzkräfte aus der Oberfläche des Kristalls frei in den angrenzenden Raum hinausragt und daß die Absättigung dieser Valenzkräfte für die Adsorptionerscheinungen an kristallisierten Stoffen eine große Rolle spielt. Diese Vorstellung ist geeignet, den Zusammenhang zwischen Adsorption und Löslichkeit, besonders in der von *Horowitz* und *Paneth* gegebenen Formulierung, verständlich zu machen. Denn die Anziehungskräfte, die die freien Valenzteile der Anionen des Adsorbens auf die Kationen des Radioelementes ausüben, werden um so leichter zu einer Bindung der letzteren an der Oberfläche führen, je kleiner die rücklösende Wirkung des Lösungsmittels ist.

*Paneth* äußert hingegen die Vermutung, daß an dem kinetischen Austausch des gelösten Stoffes, den man zwischen der Grenzfläche des Kristalls und seiner gesättigten Lösung gewöhnlich annimmt, nicht nur neutrale Moleküle, sondern auch getrennt das Kation oder Anion beteiligt sind. Geht nun an irgend einer Stelle der Oberfläche das Kation des Adsorbens in die Lösung, so kann die entstandene Lücke entweder durch ein Kation des Adsorbens selbst oder durch ein Kation des Radioelementes ausgefüllt werden. Die Wahrscheinlichkeit für das letztere, also die Lage des Adsorptionsgleichgewichtes wird danach in Übereinstimmung mit den Tatsachen abhängen müssen sowohl von der Löslichkeit des Adsorbens, wie von der der Verbindung des Radioelementes mit dem Anion des Adsorbens.

Es läßt sich noch nicht entscheiden, ob diese Gesichtspunkte durchführbar sind, jedenfalls weisen sie aber der weiteren Forschung wertvolle Fingerzeige.

K. F.

**Masse und Geschwindigkeit der  $\alpha$ -Teilchen.** Die bisherigen Bestimmungen des Verhältnisses  $\frac{E}{m}$  der Ladung zur Masse von  $\alpha$ -Teilchen ergaben Werte, die voneinander ziemlich weitgehend abwichen. Die bisher genaueste Bestimmung rührte von *Rutherford* her, der für  $\frac{E}{m}$  den Wert 5070 elektromagnetische Einheiten erhalten hatte. Da jedoch dieser Wert mit dem elektrochemisch aus der Faradayschen Konstante und dem Atomgewicht des Heliums für dieses berechneten Wert (4826 E. M. E.) sich nicht deckte, nahmen *Rutherford* und *Robinson* eine äußerst sorgfältige Revisionsbestimmung des  $\frac{E}{m}$  sowie der Geschwindigkeit der  $\alpha$ -Teilchen vor (*Phil. Mag.* 28, S. 552, 1914). In gewohnter Weise, aber mit allen Vorsichtsmaßregeln, wurde die Ablenkung der  $\alpha$ -Strahlen im magnetischen und elektrischen Felde nach der photographischen Methode untersucht. Die Magnetfelder wurden mittels Induktionsspulen gemessen und auf Homogenität geprüft. Für die Heterogenität der  $\alpha$ -Strahlen, welche bei einem Emanationsröhrchen als Strahlenquelle unvermeidlich war, wurde eine besondere Korrektur angebracht. Der endgültige Wert  $\frac{E}{m} = 4820$  E. M. E. stimmt vorzüglich mit dem elektrochemisch für Helium gefundenen über-

ein. Weiter wurde noch aus dem Wert  $\frac{mv}{E} = 3,985 \cdot 10^{-5}$  E. M. E. für das  $\alpha$ -Teilchen des Radium C, dessen Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  zu  $1,922 \cdot 10^9$  cm. sec.<sup>-1</sup> bestimmt und aus einer Beziehung zwischen Reichweite und Geschwindigkeit der  $\alpha$ -Strahlen die Werte für die Anfangsgeschwindigkeiten und Energien der  $\alpha$ -Teilchen aller Radioelemente berechnet. Infolge davon ergab sich bei der Berechnung der kinetischen Energie des  $\alpha$ -Teilchens des Ra ein Wert der Wärmeproduktion, der etwas kleiner ist als der experimentell bestimmte. Die Verf. schließen, daß ein kleiner Teil der vom Ra entwickelten Wärme anderen Ursachen entstammt als der von den  $\alpha$ -Teilchen abgegebenen Energie.

M. E. L.

## Zeitschriftenschau.

### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 28. Februar 1915.

**Die Ableitung der Planck-Einsteinschen Energieformel ohne Zuhilfenahme der Quantenhypothese; von S. Ratnowsky.** Der reale feste Körper besitzt beim absoluten Nullpunkt eine potentielle Energie nicht thermischer Natur. Verf. nimmt an, daß, während der Körper Wärme aufnimmt, ein Teil dieser in die kinetische Energie der Moleküle übergeht. Diesen Teil nennt er die Eigenenergie der Moleküle. Die gesamte Bewegungsenergie der Moleküle setzt sich also additiv zusammen aus der eigentlichen Wärmeenergie und der Eigenenergie. Die mittlere Wärmeenergie eines Moleküls  $E$  ist daher:  $E = \bar{u} - \bar{\eta}$ , wo  $\bar{u}$  die mittlere gesamte Energie und  $\bar{\eta}$  die mittlere Eigenenergie bedeuten. — Unter der Annahme, daß die Eigenenergie  $\eta$  nur Werte zwischen 0 und  $h\nu$  annehmen kann ( $h$  ist die Plancksche Konstante,  $\nu$  die Schwingungszahl), berechnet der Verf. auf Grund des Maxwell'schen (kanonischen) Verteilungsgesetzes für 2 Freiheitsgrade, daß  $\bar{\eta}$  den Wert erhält:

$$\bar{\eta} = kT - \frac{h\nu}{e^{kT} - 1}$$

( $k$  ist dabei die Boltzmannsche Konstante,  $T$  die absolute Temperatur). — Da andererseits  $\bar{u}$  alle Werte zwischen 0 und  $\infty$  lückenlos annehmen kann, so folgt:

$$\bar{u} = kT$$

und daher

$$E = \frac{h\nu}{e^{kT} - 1}$$

die Planck-Einsteinsche Energieformel.

**Über lichtstarke Spektrographen und Monochromatoren; von Wilhelm Volkmann.** Es wurde abgeleitet, bei welchen Linsen des gesamten Aufbaues große relative Öffnung die Lichtstärke fördert und an welchen anderen sie dieselbe beeinträchtigt. Für Monochromatoren ergab sich, daß in beiden Spaltrohren kleine relative Öffnung vorzuziehen ist.

**Versuche mit ungewöhnlich starken Thermoströmen; von Wilhelm Volkmann.** Es wurden Thermoströme von so geringem Widerstand vorgezeigt, daß die Erwärmung einer Lötstelle Stromstärken von 45 und 150 Amp. ergab. Mit dem ersten wurde unter anderem ein Elektromagnet von 1 kg Eigengewicht und über 10 kg Tragkraft erregt, mit dem anderen die Eisenfeilspankurven um einen Draht erzeugt.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 14.

2. April 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Das Sehen der Fische. Von Hofrat Prof. Dr.  
A. v. Tschermak, Prag. S. 177.

Über Ultramikroskopie und kolloide Lösungen.  
Von Dr. W. Bachmann, Göttingen. S. 181.

Besprechungen:  
Brehms Tierleben. Die Säugetiere. S. 185.

Monographien einheimischer Tiere. S. 186.  
Eug. Warmings Lehrbuch der ökologischen  
Pflanzengeographie. S. 187.  
Ostenfeld, C. H., On the Distribution of Bacillari-  
ales (Diatoms) in the plankton of the north  
european Waters according to the international  
sea investigations, with special relation to the  
hydrographical conditions. S. 188.

## Für chemische und elektrochemische Industrie Papier- und Pappenfabrikation

Billige Terrains, Gleisanschluß,  
günstige Produktionsbedingungen,  
vorteilhafter Kraftbezug im Ver-  
sorgungsgebiet der Sächsischen  
Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft  
im Südwesten des  
Königreichs Sachsen

Näheres durch die Betriebsdirektionen der Werke:

Elektricitätswerk a. d. Lungwitz, Oberlungwitz in Sachsen  
Elektricitätswerk a. d. Pleiße, Werdau in Sachsen  
Elektricitätswerk Obererzgebirg, Schwarzenberg in Sachsen

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 39, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10. 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

# Englische Weltpolitik in englischer Beleuchtung

Von

**Ferdinand Tönnies**

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Kiel

Preis M. 1.—

Soeben erschien:

# Eine Frage!

**Wie erhalten wir der Zukunft die  
erhebenden Kräfte dieses Krieges?**

Von

**Johannes Marbod**

Preis M. —.50

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

### Berichtigung

zu dem Aufsätze von Steche: *Die Schwimmblasen der Büschelmücke, Corethra plumicornis* (Heft 12).

Durch die Schuld der Druckerei ist der Sinn der Zahlen auf S. 159 entstellt worden.

Die betreffende Stelle soll heißen:

Während der Häutung sieht man, wie der Durchmesser der Blasen in der Längsrichtung stark zurückgeht, dagegen in der Dicke zunimmt. Die rechte Vorder- und Hinterblase eines Tieres, dessen Kopf und Brustabschnitt zusammen  $2268 \mu$  lang waren ( $\mu = 0,001 \text{ mm}$ ), maß *vor der Häutung*:

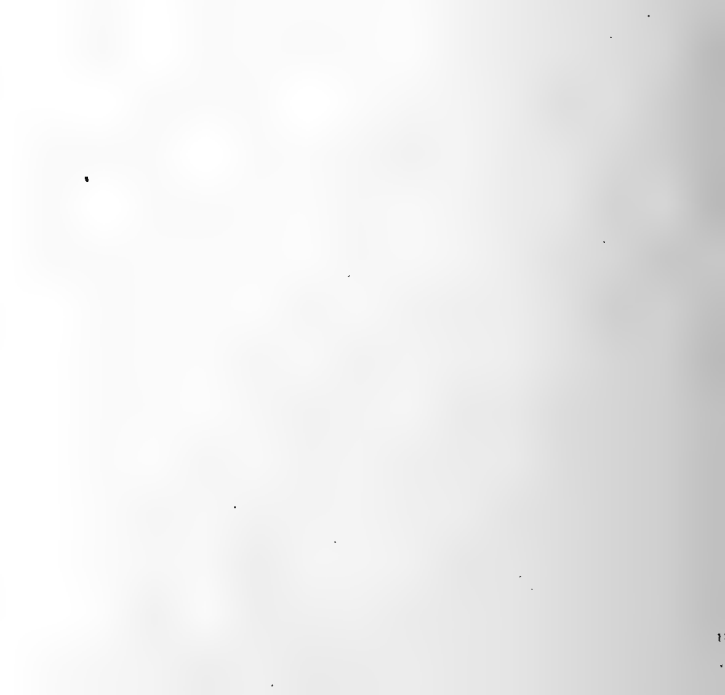
	Länge	Dicke	Volumen
rechte Vorderblase	$403 \mu$	$213 \mu$	$17\,283\,707 \mu^3$
rechte Hinterblase	$291 \mu$	$168 \mu$	$8\,213\,184 \mu^3$

Volumen des ganzen Tieres  $3\,658\,840\,407 \mu^3$

*nach der Häutung*:

	Länge	Dicke	Volumen
rechte Vorderblase	$300 \mu$	$280 \mu$	$23\,520\,000 \mu^3$
rechte Hinterblase	$186 \mu$	$212 \mu$	$8\,359\,584 \mu^3$

Volumen des ganzen Tieres  $5\,048\,306\,580 \mu^3$ .





# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

2. April 1915.

Heft 14.

## Das Sehen der Fische.

Von Hofrat Prof. Dr. A. v. Tschermak, Prag.

Das Sehen der Fische wie der Wassertiere überhaupt in ihrem natürlichen Lebensmedium ist ungemein viel Interessantes, besonders wenn wir jenes Sehen mit dem des Menschen in der Luft vergleichen.

*Bedingungen des Sehens im Wasser.* Die physikalischen Besonderheiten sind einerseits in der Färbung sowie in der trüben und schlierigen Beschaffenheit des Wassers gelegen. Für die Bilderzeugung im Auge ist es andererseits hochbedeutend, daß infolge der Berührung mit dem nur wenig schwächer brechenden Wasser die Hornlinse ihre entscheidende Rolle verliert und daher der Linse die Hauptleistung zukommt. Eine erhebliche Abstufung des Brechungszustandes, eine weitgehende Akkommodation ist infolge der trüben Beschaffenheit des Mediums nicht erforderlich. Hingegen verlangt das Sehen im Wasser einen möglichst weiten Gesichtsräum, leidliche Sehschärfe besonders für nahe Objekte, erhebliche Empfänglichkeit für geringe Verschiedenheiten der Belichtung und für Bewegungen der Dinge der Umgebung.

*Färbung des Wassers.* Die eben aufgezählten Momente und Forderungen seien nun etwas näher analysiert und ihre Bedeutung für den Licht- und Raumsinn des Fischeauges dargestellt. Was zunächst die Färbung des Wassers anbelangt, so erscheint dasselbe dem normalen menschlichen Auge bei Tagesbeleuchtung schon deshalb farbig, u. zw. grünlich-blau, weil es auch im reinsten Zustande den einzelnen Lichtarten einen ungleichmäßigen Widerstand entgegenstellt (*Bunsen*). Eine Säule destillierten Wassers von 180 cm Länge schwächte rotes Spektrallicht (von 671—658  $\mu$  Wellenlänge) auf 49,25 % der ursprünglichen Stärke ab,

gelbes (von 611—593) auf 63,7 %,  
grünes (von 510—502) auf 92,83 %,  
blaues (von 471—461) nur auf 95,19 % (*C. Hüfner* und *E. Albrecht*).

Bei mäßiger Lichtstärke wird rotes und gelbes Licht schon durch mäßig dicke Wasserschichten völlig absorbiert, während grünes und blaues Licht erst bei erheblicher Schichtdicke erlischt. Allerdings ist das Absorptionsvermögen von Wasser, das verschiedene Substanzen gelöst enthält, also chemisch „verunreinigt“ ist, etwas anders als jenes von destilliertem Wasser. So zeigt das Wasser des Mittelmeeres eine starke Absorption im gelblichen Grün (*H. W. Vogel, Aitken*). Endlich wird die Lichtabsorption in den Gewässern bzw. deren

Farbe noch geändert durch aufgeschwemmte Teilchen, welche teils bloß als Trübung wirken, teils Eigenfarbe besitzen. Dadurch resultiert im allgemeinen eine Verfärbung zunächst ins Grün, weiterhin ins Gelb. Jedenfalls sehen die Fische während ihres Aufenthaltes im Wasser — im allgemeinen — wie durch ein grünblaues Glas. Schon in mäßigem Abstände sind daher rote und gelbe Lichter, z. B. die roten und gelben Farben anderer Wassertiere, für ihr Auge unwirksam. Bei einer Schichtdicke von etwa 10 m kommen nur mehr grüne und blaue Strahlungen in Betracht.

*Lichtsinn der Fische.* Die eben erörterte physikalische Voraussetzung ist für die Beurteilung des Lichtsinnes bzw. für die Frage des Farbensinnes der Fische von höchster Bedeutung. Diesbezüglich können nur direkte Versuche Aufschluß geben, welche das Verhalten der Fische gegenüber verschiedenen Lichtstärken und Lichtarten betreffen. Die Empfänglichkeit der Fische für Lichtreize überhaupt ist im allgemeinen eine recht erhebliche (nur für rotes Licht auffallend gering). Die meisten Arten sind — speziell in der Jugend — ausgesprochen photophil oder positiv phototaktisch, d. h. sie suchen in einem Behälter die stärkste belichtete Region auf (*C. Hess, V. Franz*). Umgekehrt gibt es photophobe Arten, welche das Dunkel dem Lichte vorziehen (*A. v. Tschermak*). Bei längerem Aufenthalt im Finstern erfährt ihre Lichtempfindlichkeit, gemessen durch das wirksame Lichtstärkeminimum, eine deutliche Steigerung: es tritt Dunkeladaptation ein. Eine Steigerung ist schon nach  $\frac{1}{2}$  bis 1 Minute Dunkelaufenthalt nachweisbar, nach 15 bis 20 Minuten beträgt die Lichtempfindlichkeit oft schon ein Vielhundertfaches, ja mitunter mehr als das Tausendfache (*C. Hess*). Die Adaptationsbreite des Fischeauges ist demnach eine recht erhebliche, durchaus jener des Menschen vergleichbar. Ähnliches gilt für die Unterschiedsempfindlichkeit gegenüber verschiedenen Lichtstärken. Fische vermögen Licht von der Intensität 1 und solches von 1,23 zu unterscheiden (*C. Hess*). Ob die geschilderte Phototaxis vieler Fische eine Rolle spielt bei deren täglichen Vertikalwanderungen, muß noch dahingestellt bleiben. — Nebenbei sei erwähnt, daß hinwiederum die bereits ins Auge eingedrungenen blauen Strahlungen in der Netzhaut selbst dadurch eine Schwächung erfahren, daß — allerdings nur nach längerem Hellaufenthalt — die braunen Fuscinnadeln des Pigmentepithels der Netzhaut zwischen die Außenglieder der Stäbchen und Zapfen vorwandern und ein intraepitheliales Wabenwerk bilden, welches speziell zerstreutes blaues Licht absorbiert.

*Frage nach dem Farbensinn der Fische.* Die neueren exakten Prüfungen zahlreicher Fischarten des Süßwassers wie des Meeres (Atherina, Julis, Blennius, Leuciscus, Squalius, Hecht, Forelle) haben bezüglich des Farbensinnes ein durchaus negatives Ergebnis geliefert (*C. Hess*). Angesichts der bunten Farben, welche zahlreiche Wasserbewohner, auch viele Fische selbst, bei Betrachtung in der Luft aufweisen, mag dieses Resultat zunächst sehr sonderbar erscheinen. Dieser Eindruck verliert sich aber, wenn wir uns an das oben Gesagte bezüglich der Eigenfarbe des Wassers erinnern und bunte Fische durch eine dickere Wasserschicht oder — als Ersatz dafür — durch ein grünblaues Glas betrachten. — Die Erkenntnis, daß die Fische — ebenso wie die gesamten Wirbellosen — höchstwahrscheinlich total farbenblind sind, während die Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere ebenso farhentüchtig sind wie der normale Mensch, wurde erst in den letzten Jahren durch eine Reihe feinsinniger Methoden gewonnen und gestützt (*C. Hess*). Klarheit konnte in dieser Frage — wie in den Problemen des tierischen Sehens überhaupt — erst dadurch gewonnen werden, daß man vom Sehen des Menschen ausging — speziell von der Erkenntnis, daß jedes uns farbig erscheinende Licht eine doppelte Wirkung auf unser Auge ausübt, eine farbige und eine farblose oder weiße und daß Farbenblindheit nicht in einer Unempfindlichkeit des Auges für bestimmte Lichtarten an sich besteht, sondern nur im Fehlen ihrer farbigen Wirkung bei Fortbestehen ihrer farblosen (*E. Hering's Lehre von der doppelten Reizwirkung*). Schon das normale menschliche Auge kann sich durch Dunkeladaptation, wobei nur die Weißerregbarkeit ansteigt, in einen Zustand versetzen, in dem sonst farbige Lichter — bis zu einem gewissen Stärkemaximum — farblos erscheinen. Bei einem solchen sog. Dämmerungssehen erscheint Rot sehr dunkel, Blau als verhältnismäßig helleres Grau; die langwelligen Lichter verlieren relativ an Helligkeit, während die kurzwelligen gewinnen (*Purkinjesches Phänomen*). Die hellste Stelle in dem als graues Band erscheinenden Spektrum liegt dann im Grün statt wie beim Helladaptationszustande bzw. beim Farbsehen im Gelb; die Verteilung der Helligkeit oder der Reizwerte der verschiedenen Lichtarten ist für das dunkeladaptierte normale Auge im wesentlichen dieselbe wie für das Auge eines von Geburt aus Totalfarbenblinden (*E. Hering*).

Ganz analog ist nun die Verteilung der Reizwerte im Spektrum für das Fischauge, mag es sich zuvor im Hellen oder im Dunkeln aufgehalten haben (*C. Hess*). Es ergibt sich dies schon aus der zahlenmäßigen Verteilung, welche die helligkeitsliebenden Jungfische in einem Trog einnehmen, in dem ein Spektrum entworfen wird. Das rote Ende wirkt auf die Fische wie Dunkelheit; rotbeleuchtete Futterstücke werden nicht bemerkt im Gegensatz zu jenen, die man in der Gegend des Gelb, Grün oder Blau fallen läßt. Andererseits

werden gelbe, grüne, blaue Reizobjekte nicht bemerkt, wenn sie vor einem grauen Grunde von gerade passender Helligkeit stehen. Zwischen einer farbigen und einer gerade passend farblos beleuchteten Bassinhälfte wird kein Unterschied gemacht usw. (*C. Hess*). Das gerade Gegenstück stellen dunkelliebende Fische (z. B. Rotaugen oder Plötze [*Leuciscus rutilus*]) dar: sie sammeln sich hauptsächlich im Rot sowie etwas im Violett, flüchten hingegen aus dem Grün (*A. v. Tscherinak*). Durch diese Methoden konnte der sichere Nachweis erbracht werden, daß die Fische farbige Lichter nur in jener Helligkeitsverteilung sehen, welche für uns Menschen beim Farblossehen gilt und daß die Fische jene Lichter von bestimmten farblosen nicht zu unterscheiden vermögen (*C. Hess* — gegenüber *V. Bauer* und *K. v. Frisch*, welche letzterer Unterscheidung von Rot oder Gelb von jedem Grau seitens dressierter Pfrillen behauptet). Das Verhalten der Amphibien und Säuger, ebenso der Reptilien und Vögel, die nur als Komplikation sozusagen eine orangefarbene Brille im Auge tragen, ist unter gleichen Verhältnissen ein ganz anderes, nämlich ein dem farhentüchtigen Menschen analoges.

*Anpassung der Fische an den Wassergrund.* Für die Annahme eines Farbensinnes bei den Fischen wurde vielfach die Erscheinung angeführt, daß sich viele Fische in großartig täuschender Weise dem Grunde, über dem sie leben, anzupassen vermögen. So kann man manche Schollen von dem weiß und braun gekörnten Meeresgrunde wirklich kaum unterscheiden. Tatsächlich zeigen viele Fische eine weitgehende Anpassung ihres Hautkleides nach Helligkeit — ein Umstand, der für einen feinen Lichtsinn der Fische spricht. Es gilt dies speziell von Plattfischen, von Butte, Grundel, Forelle, Koppe, Wels (*Rynberk*, *K. v. Frisch*, *F. Sumner*, *Kolmer* und *Haempel*). Hingegen ist das Vorkommen farbiger Anpassung durchaus fraglich (*K. v. Frisch* für Münchener Pfrillen oder Ellritzen positiv; *C. Hess* sowie *G. Freytag* negativ; *Kolmer* und *Haempel* für Koppen nur Helligkeitsanpassung, für Münchener Pfrillen häufiges Rotwerden in rotem oder gelbem Licht). Aber selbst im Falle des tatsächlichen Vorkommens farbiger Anpassung kann die Übereinstimmung an Farbe sozusagen eine zufällige sein, also eine bezüglich Wahrnehmung dem Fische selbst verschlossen sein. Man denke an das Rotwerden mancher Krebse (*Leander*) im Dunkeln, an das Grünwerden im Hellen (*Doflein*).

*Trübheit und Schlierigkeit des Wassers.* Von diesen Erörterungen über den Lichtsinn der Fische zu den Bedingungen ihres Sehens im Wasser zurückkehrend, sei noch einiges über die trübe und schlierige Beschaffenheit des umgebenden Mediums bemerkt. Die Trübung ist teils durch suspendierte Partikel anorganischer oder organischer Herkunft, teils durch pflanzliche wie tierische Lebewesen, sog. Mikroplankton bedingt. Die Lichtabsorption wird

durch die Trübung gesteigert, wobei diese teils nach Art trüber Medien wirkt, welche blauem Licht einen größeren Widerstand entgegensetzen als rotem, teils durch die Eigenfarbe (beispielsweise bunte Algen) Einfluß nimmt auf die Eigenfarbe des Wassers. Die Zunahme, welche die Lichtabsorption im Wasser mit der Temperatur erfährt (Wild, Hüfner und Albrecht), ist wohl auf Zunahme der Trübung zu beziehen. Die trübe Beschaffenheit engt das Bereich des Sehens im Wasser ganz erheblich ein. Eine weitere Beschränkung, u. zw. durch Bildverzerrung, schaffen die mannigfachen Schlieren, d. h. Ungleichmäßigkeiten der Lichtbrechung bzw. Dichte, welche durch lokale Strömungen und Wirbel oder durch Temperaturdifferenzen zustande kommen.

*Periskopie des Fischauges.* Ist das Sehen der Fische einerseits auf relativ enge Abstände und auf einen bestimmten Strahlungsbereich beschränkt, so sind hinwiederum Einrichtungen getroffen, ein Sehen in weitem Umkreise zu ermöglichen.

In dem Sinne einer gewissen Vergrößerung der physiologischen Apertur (d. h. des Öffnungswinkels, innerhalb dessen die von Außenpunkten entsendeten Lichtstrahlen noch erregbare Netzhautpartien treffen) wirkt — allerdings unter gleichzeitiger Bildverkleinerung — schon das relative Heranrücken des bilderzeugenden Apparates an die Netzhaut — ich meine das Maßgebendwerden der Linse für die Lichtbrechung an Stelle der Hornhaut. Das Brechungsvermögen der letzteren liegt ja nur wenig über jenem des Wassers. Die geringe dioptrische Bedeutung der Hornhaut kommt darin zum Ausdruck, daß sie bei vielen Fischen, z. B. beim Hai, nur sehr schwach gewölbt, fast ganz flach ist. Hingegen imponiert die Fischlinse an Krümmung und Dicke. Schon infolge dieser Konfiguration vermag die Fischlinse nicht so wie die Linse der Landtiere durch elastische Krümmungsänderung ihre Brechkraft zu erhöhen, um so auch von nahen Objekten scharfe Bilder auf der Netzhaut zu gewinnen.

*Akkommodation des Fischauges.* Immerhin erfolgt auch beim Auge des Knochenfisches eine beschränkte Einstellung auf die Entfernung des beachteten Objekts. Die jeweils scharfe Verteilung der Lichtreize an die einzelnen Mosaik Elemente der Netzhaut — nichts anderes bezweckt ja die Bilderzeugung im Auge überhaupt — wird im Auge der Knochenfische erreicht durch Verschiebung der Linse gegen die Netzhaut hin und zugleich in der Schwanzrichtung infolge Muskelzuges (Leydig). Im Ruhestande ist das Teleosteer-Auge kurzsichtig (3—10 Dioptrien bzw. auf 33—10 cm) eingestellt (Th. Beer, v. Sicherer); es akkommodiert negativ, d. h. aktiv für die Ferne. Die Knorpelfische, speziell die Selachier und Ganoïden, scheinen einer Akkommodation überhaupt zu entbehren (Th. Beer, C. Hess, V. Franz). Eine Sonderstellung scheinen die an ein gewisses Luftleben angepaßten Fische einzunehmen; wenigstens

zeigt das Auge des Schlaummspringers (Periophthalmus) in Ruhe emmetropische Refraktion, bei Beachten eines nahen Objektes positive Akkommodation (C. Hess).

*Einäugiger und zweiäugiger Gesichtsraum der Fische.* Das früher gekennzeichnete Ziel eines größtmöglichen Überblickes, einer *maximalen Periskopie* wird beim Sehen der Fische hauptsächlich durch Vorstehen der Augen am Kopfe und durch Orientierung der Augen nach den Seiten hin erreicht. Durch Periskopie vermag das Tier in weitem Umkreise, wenn auch nur in relativer Nähe, Beuteobjekte wie Verfolger wahrzunehmen. Als Extreme für Vorspringen der Augen seien der Teleskopfisch, die Kofferrische, das Sespferdchen sowie der schon früher erwähnte Gobiide Periophthalmus genannt. Die Orientierung der Augen nach den beiden Seiten hin gibt dem Gesichtsraum eine weite Ausdehnung nach den Flanken, so daß der Fisch einen von hinten seitlich nahenden Verfolger zu bemerken vermag. Gleichzeitig wird allerdings der beiden Augen gemeinsame, sog. binokulare Gesichtsraum stark eingeschränkt. Der Besitz eines solchen wurde sogar von einigen Autoren (u. a. St. Ramon y Cajal) den Fischen — auf Grund des anatomischen Datums vollständiger Kreuzung beider Sehnerven — überhaupt abgesprochen, so daß sie gerade vor ihrer Nase bzw. in der Körpermittelebene befindliche Objekte nicht sehen würden. Jeder aufmerksame Fischer, welcher das Lauern der Forelle in Distanz vor dem Köder und das geradlinige Losschießen auf denselben kennt, auch jeder, der das radiäre Losschwimmen der Fischbrut auf ein ins Wasser geworfenes Brotstückchen, ja auch auf die Fallstrecke eines Zuckerstückchens unter Wasser beobachtet hat, wird eine solche Ansicht von vornherein ablehnen. Auch die sehr lehrreiche Ansicht der Fische gerade von vornher — evtl. auch von oben oder unten — zeigt, daß man sehr wohl beide Pupillen gleichzeitig sehen kann — also wohl auch der Fisch mit beiden Augen *zugleich* zu sehen vermag.

Genauer lehrt der direkte Versuch an einem abgetrennten frischen Fischkopfe, dessen Augäpfel bzw. Netzhäute von hinten her präparatorisch bloßgelegt wurden, daß eine vor der Schnauze des Fisches aufgestellte Flamme gleichzeitig in beiden Augen ein kleines umgekehrtes Bild entwirft, das hinten durchscheint (A. v. Tschermak). An einer geeigneten messenden Vorrichtung (Leuchtperimeter) kann man den zweiäugigen Gesichtsraum — selbst unter Wasser — nach den verschiedenen Dimensionen messen, z. B. am Karpfen im horizontalen Meridian beider Augen einen binokularen Winkel von ca. 5° feststellen; bei anderen Fischen ist der Raum wohl erheblich größer. Der Scheitelpunkt dieses Winkels liegt etwa 1 cm vor der Schnauzenspitze — noch näher gelegene Objekte vermag der Karpfen nicht mehr zu sehen; seine Beute erfährt er schließlich „blindlings“ — wie

wir Menschen es ja auch nicht anders machen (*A. v. Tschermak*). Noch größer ist die Analogie der Fische mit den körnerfressenden Vögeln, deren Augen auch stark seitlich orientiert sind. Bei vielen Fischen hat der zweiäugige Gesichtsraum eine charakteristische Erstreckung nach oben oder nach unten. Nach den Seiten und oben sehen die Augen bei den am Grunde lebenden oder Bodenfischen, so beim Seeteufel (*Lophius*) oder beim Sternseher (*Uranoscopus*), auch bei den Welsarten. Nach den Seiten und unten blicken die Oberflächenfische, speziell der Flughahn (*Dactylopterus*), aber auch der Schleierschwanz, etwas selbst die Goldfische, während der Teleskopfisch oder das Himmelsauge wesentlich nur „Seitenseher“ ist. Bei manchen Fischen, speziell bei dem auf Beuteobjekte in bestimmter Höhe zuspringenden Schlammspringer (*Periophthalmus*), sind die Augen weniger stark seitlich gerichtet, der zweiäugige Gesichtsraum dementsprechend größer.

*Zweiäugiges Sehen der Fische.* Zweifellos werten die Fische den Besitz eines zweiäugigen Gesichtsraumes auch zu zweiäugigem Einfachsehen und sogar zu plastischem oder stereoskopischem Sehen aus. Daß sie trotz der Erzeugung eines umgekehrten Netzhautbildes, das ja nichts anderes darstellt wie eine Verteilungsfläche der Lichtreize, aufrechtsehen, beruht ebenso wie beim Menschen darauf, daß von Geburt die mit der Empfindungsqualität „oben“ begabten Netzhautelemente in der unteren Augenhälfte, jene mit dem Lokalzeichen „unten“ in der oberen angeordnet sind usw. Bei der funktionellen Differenzierung der Nervenmosaik ist eben die Umkehr des Bildes sozusagen mit eingerechnet worden. Beim Menschen ist diese Verteilung eine recht angenähert „richtige“, aber keine vollkommene (vgl. die Abweichungen oder Diskrepanzen nach *A. v. Tschermak*). Ähnliches gilt wohl auch vom Tier- bzw. Fischauge. Andererseits beruht das Einfachsehen mit zwei Augen darauf, daß gewisse Elementenpaare hüben und drüben im funktionellen Lokalzeichen übereinstimmen, also in Sehrichtungsgemeinschaft stehen, so daß ihre Eindrücke in derselben Richtung zum Kopfe erscheinen. Die Auswertung dieser paarweise durch Nervenbögen verbundenen Klaviatur der beiden Augen zur Tiefenwahrnehmung beruht weiterhin darauf, daß bei gleichzeitigem Anschlagen gleichnamiger Tasten der Eindruck „weder näher noch ferner“, bei gleichzeitigem Anschlagen, d. h. bei gleichartiger Lichtreizung querverschiedener Tasten der Eindruck „näher“ (bei Schläfenverschiedenheit), bzw. „ferner“ (bei Nasenverschiedenheit) entsteht. Auch eine solche Einrichtung ist dem Sehorgane der Fische innerhalb des Bereiches des zweiäugigen Gesichtsraumes zuzuschreiben. Innerhalb dieses allerdings verhältnismäßig schmalen Winkels vermögen sie zweifellos Entfernungsunterschiede „wahrzunehmen“ (nach der gewöhnlichen Ausdrucksweise). Den

Beweis hierfür liefert das bereits erwähnte radiäre Vorstoßen der Fische gegen einen Köder, speziell gegen die Fallstrecke eines ins Wasser geworfenen schwereren Gegenstandes. Dabei stufen sie den Bewegungsimpuls sehr geschickt nach der Entfernung ab, mögen sie auch unter anderen Umständen im Kreise um den Köder herumschwimmen und denselben wesentlich einäugig betrachten. In den beiden weiten einäugigen Flankenräumen fehlt allerdings eine Tiefenwahrnehmung; um eine solche zu erreichen, muß der Fisch wenden und die Schnauze dem Objekt zukehren. Bei einäugigem Sehen können nur Erfahrungsmomente, speziell die scheinbare gegenseitige Verschiebung oder sog. Parallaxe der Objekte beim Wechsel des Beobachtungsortes oder bei Kopfwendungen Anhaltspunkte über die verschiedene Entfernung geben. Hingegen scheinen viele Fische in den einäugigen Flankenräumen speziell für bewegte Objekte empfindlich zu sein.

*Haltung und Beweglichkeit der Fischeaugen.* Eine wesentliche Eigentümlichkeit der Augen bei sehr vielen Fischarten ist ihre starre Haltung; diese Fische äugen nicht, d. h. sie blicken nicht unter gleichzeitiger Bewegung beider Augen umher. Dieses Verhalten muß besonders den Anatomen wundernehmen, wenn er die beispielsweise beim Hecht oder Hai so stark ausgebildeten Augenmuskeln betrachtet. Die sozusagen ängstlich genaue Herhaltung der Augenstellung, speziell des Divergenzgrades der beiden Augenachsen beweist, daß den Augenmuskeln bei diesen Fischen in erster Linie die Bedeutung eines *Balancierapparates* zukommt, der eine ganz bestimmte Grundstellung aufrecht zu erhalten hat (*A. v. Tschermak*). Jedenfalls begründet der Besitz so kräftig entwickelter Augenmuskeln an sich ebensowenig den Besitz nennenswerter optischer Augenbewegungen, als das Bestehen einer vollständigen Sehnervenkreuzung den Mangel eines zweiäugigen Gesichtsraumes bedingt. Allerdings kommt auch bei den früher erwähnten Fischarten eine zeitweilige ruckweise Wendung beider Augen vor — speziell pflegen sie eine solche auszuführen, ehe sie ihren Körper beim Schwimmen nach der einen Seite wenden — als ob sie vorher kurz das neugewählte Schwimmterrain rekognoszieren wollten (*A. v. Tschermak*). Eine ähnliche Seitenwendung der Augen läßt sich hervorrufen, wenn man künstlich das Steuerruder des Fischkörpers, den Schwanz, allein nach der Seite dreht; bei Schwanzdrehung nach rechts wenden sich beide Augen gegen links, d. h. das rechte dreht sich nach vorne, das linke nach hinten zu (*Lyon*). Mit solchen nur angedeuteten Augenbewegungen im Interesse des Sehens sind nicht zu verwechseln die evtl. einseitigen Retraktionsbewegungen der Augen, wie sie bei *Lophius*, *Rhomboidichthys*, *Uranoscopus*, gewissen *Pleuronectiden* zu beobachten sind (*Th. Beer*). Bei einzelnen Fischen sollen ausgiebige Augenbewegungen, noch dazu einseitige bzw. unabhängige

beider Augen vorkommen, so bei den Labriden, beim Seepferdchen (*Th. Beer*). Doch bedürfen diese Angaben m. E. erst der genauen Prüfung. Die oben erwähnte gleichsam spärende Seitenwendung erfolgt bei den betreffenden Fischarten zweifellos doppelseitig; das Vorkommen von einseitiger Retraktion eines Auges beweist dagegen gar nichts.

*Kompensatorische Stellungsänderung der Augen.* Dem Zwecke, die Augen möglichst in ihrer Lage im Raume zu erhalten, dient die charakteristische Stellungsänderung der Augen, die Vertikaldivergenz, welche bei zwangsweiser Seitenlagerung des Fischkörpers eintritt. Nimmt man beispielsweise einen Karpfen aus dem Bassin und dreht ihn seitlich auf seine rechte Flanke, so wird das nach oben gerichtete Auge ebenso stark gesenkt, als das nach unten gerichtete Auge gehoben wird (*F. Lee, A. v. Tschermak*). Ähnlich erfolgt bei Hebung und Senkung des Kopfes eine dieser entgegengerichtete Raddrehung oder Rollung beider Augen (*W. A. Nagel*). Alle diese kompensatorischen Stellungsänderungen der Augen, welche erstere allerdings bei starker Haltungsänderung des Körpers unzulänglich sind, werden durch das innere Ohr bzw. das Labyrinth und den Nervus vestibularis vermittelt.

*Fehlen von Divergenzänderung bei den Fischen.* Allen Fischen fehlt das Vermögen, die Divergenz ihrer Augenachsen je nach der Entfernung des beachteten Objekts zu verändern. Ihr Tiefensehen ist demgemäß anders geartet als jenes des Menschen, welcher den Konvergenzgrad seiner Augen fein abstuft. Die Fische sehen offenbar Objekte nur in jenem Abstand dauernd einfach, auf welchen ihre beiden Augen — gemäß ihrer paarweisen Tastengliederung — eingestellt sind; diesseits, evtl. auch jenseits dieser Entfernung kommt stereoskopisches Sehen — eventuell auf Grund von Doppelbildern — in Betracht (*A. v. Tschermak*).

*Schluß.* Das Gesagte — das sich gerade in den besonders schwierigen Fragen des optischen Raumsinnes auf kurze Andeutungen beschränken mußte — mag genügen, um einerseits mit den gerade im letzten Dezennium gewonnenen Erkenntnissen über das Sehen der Fische vertraut zu machen, andererseits das Interesse für das biologisch so reizvolle Gebiet zu erwecken, das noch lange nicht erschöpft ist, auf dem vielmehr noch so gar manche Frage der Bearbeitung und Lösung harret.

## Über Ultramikroskopie und kolloide Lösungen.

Von Dr. W. Bachmann, Göttingen.

Eine der fundamentalsten Erkenntnisse der modernen Naturforschung ist wohl ohne Zweifel

die des atomistischen oder — wie wir ganz allgemein sagen wollen — des räumlich *diskontinuierlichen* Baues der Materie. Der Beweis für das reale Zutreffen dieses uralten Menschheitsgedankens — bereits *Demokrit* (um 460 v. Chr.) und seine Schule hatten denselben klar ausgesprochen und zur Grundlage ihres naturphilosophischen Systems gemacht — ist ungefähr in dem letzten Dezennium geführt worden. Wir wissen heute, daß die Materie aus kleinsten Teilchen — Molekülen und Atomen, wie wir dieselben üblicherweise nennen — aufgebaut ist. Die Beweiskette, welche zu dieser Erkenntnis führt, beginnt erst eigentlich mit dem Augenblicke, als es gelang, in gewissen scheinbaren (den wahren, echten Lösungen [z. B. Kochsalz-, Alaun-, Zuckerlösungen usw.] durchaus ähnlichen) sog. kolloidalen Metallösungen, die das Metall als solches im Zustande außerordentlich feiner Zerteilung enthielten, die *Existenz* jener Metallteilchen optisch nachzuweisen und ihre *ruheloze Bewegung* zu studieren. Das Studium und die rechnerische Verfolgung dieses — *Brownsche Molekularbewegung* genannten — Phänomens erbrachte das überraschende Ergebnis, daß jene Teilchen bei ihrer Bewegung — ganz allgemein gesagt — Bahnen beschreiben, wie wir sie schon lange in unserer Vorstellung den Molekülen in einem Gas oder in einer Flüssigkeit beimessen, ja, wie sie sich sogar nach der Bewegungstheorie der Moleküle — der kinetischen Theorie — rechnerisch erwarten lassen. Daß die in den genannten Lösungen optisch nachweisbaren Teilchen noch nicht die Moleküle selbst, sondern — wenn auch sehr winzige — Anhäufungen von solchen sind, spielt keine Rolle; diese kleinen Molekülaggregate verhalten sich bei ihrer Bewegung vollkommen wie *einzelne* — sich z. B. in einer *wahren* Lösung (nach unserer Vorstellung) bewegend, jedoch schon recht große — Moleküle eines beliebigen, „echt“ gelösten Stoffes. Ihre Bewegung ist identisch mit der Wärmebewegung der Moleküle und wiederum auf diese selbst zurückführbar; wir können uns vorstellen, daß die Teilchen durch den Anprall der Flüssigkeitsmoleküle ihre nie endenwollende Bewegung erhalten. Die Methode nun, welche die Sichtbarmachung solcher feiner, in den kolloidalen Lösungen schwebender Teilchen ermöglicht, ist bekannt unter dem Namen: Methode der Ultramikroskopie. Um das Prinzip, welches dieser Methode zugrunde liegt, anschaulich zu gestalten, wollen wir etwas weiter ausholen.

Fallen Sonnenstrahlen, beispielsweise durch eine schmale Öffnung des Fenstervorhanges, in ein sonst genügend abgeblendetes Zimmer, so wird einem Beobachter der Gang dieser Strahlen nur durch das Aufleuchten zahlloser Staubteilchen (Sonnenstäubchen) kenntlich gemacht. Bei diffusem Tageslicht und draußen in der grellen Sonne können diese Sonnenstäubchen von unserem Auge nicht wahrgenommen werden; ihre



Eigenhelligkeit<sup>1)</sup> ist zu gering, um sie in der allgemeinen Lichtfülle sichtbar werden zu lassen. Es ist nicht viel anders mit ihnen als mit den Sternen am Tageshimmel, die ja unter gewöhnlichen Umständen ebenfalls unserem Auge verborgen bleiben. Bedingung für die Wahrnehmbarkeit der Sterne sowohl wie der Sonnenstäubchen ist der Kontrast ihrer Helligkeit mit derjenigen der Umgebung. Die Sterne sehen wir nur am Nachthimmel, bei einer Sonnenfinsternis oder etwa dann, wenn wir den Himmel an einem klaren Tage durch einen sehr hohen, alle störende Helligkeit abblendenden Fabrikschornstein (in nicht allzu großer Nähe der Sonne) betrachten. Die Sonnenstäubchen werden sichtbar, sobald sie in einem im übrigen hinreichend verdunkelten Zimmer in ein Sonnenstrahlenbündel eintauchen, zu dem der Beobachter, wenn er die Stäubchen gut wahrnehmen will, *seitlich* stehen muß. Dann blitzen sie auf und erfreuen unser Auge durch ihren Tanz.

In den Sonnenstäubchen haben wir nun Materieteilchen von solcher Größe und solch großen gegenseitigen Abständen vor uns, daß es bei Einhaltung der erwähnten Bedingungen leicht gelingt, sie *ohne* ein weiteres optisches Hilfsmittel<sup>2)</sup> als *Einzelkörperchen*, z. T. mit deutlich sichtbaren Umrissen, zu erkennen. Wir vermögen uns jedoch unschwer materielle Teilchen von so geringen linearen Dimensionen und in so dichter Anordnung vorzustellen, daß wir, wenn wir wieder die Sonnenstrahlen zu ihrer Sichtbarmachung zu Hilfe nehmen wollten, *nichts weiter* sehen würden, als den durch eine diffuse Helligkeit gekennzeichneten *Gang* dieser Lichtstrahlen in jenem Medium (Gas, Flüssigkeit, durchsichtiger fester Körper), welches die feinen materiellen Teilchen zu vielen Milliarden enthält. Mit solchen höchst feinen und dichten *Zerteilungen* der Materie haben uns Physik und Chemie der Kolloide bekanntgemacht. Wir können zum Beispiel metallisches Gold mittels besonderer Methoden, etwa in Wasser, in welchem es an und für sich vollkommen unlöslich ist, so fein *zerteilen*, daß es in der Flüssigkeit *echt* gelöst zu sein scheint und ihr, selbst bei der geringen Menge von 0,005 % zerteilter Substanz, eine prachtvoll rubinrote Färbung erteilt. In einem gleich feinen oder noch feiner zerteilten Zustande findet sich das Gold in den sog. Goldrubingläsern vor.

Schicken wir durch eine in einer Glasküvette befindliche Flüssigkeit, in welcher die Zerteilung des Goldes eine mittelfeine<sup>3)</sup> ist, die Strahlen einer Lichtquelle (Sonne, Bogenlicht), welche etwa noch durch eine *Sammellinse* konzentriert

wurden, so erblicken wir bei seitlicher Beobachtung einen diffusen *Lichtkegel* in der Flüssigkeit, der jedoch, wie angedeutet, Einzelteilchen infolge ihrer außerordentlichen Kleinheit und dichten Anordnung *nicht* mehr wahrnehmen läßt. Eine „echte“ Lösung (von Alaun, Kochsalz usw.) würde nicht einmal einen Lichtkegel zeigen, oder, wie man sagt: eine solche Lösung würde, wenigstens für die subjektive Beobachtung, *optisch leer* erscheinen. Der Lichtkegel hat also seine Ursache darin, daß in der betrachteten Flüssigkeit (Goldzerteilung in Wasser) diskrete Goldteilchen schweben, welche das eintretende Licht „aufsplitten“ oder diffus zerstreuen, ganz wie dies auch unsere Sonnenstäubchen taten. Betrachten wir den Lichtkegel senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung der Primärstrahlen mit Hilfe eines analysierenden Nicols und drehen dasselbe langsam, so bemerken wir, daß er bei bestimmter Stellung des Kalkspatprismas ganz oder fast ganz erlischt. Das heißt: das von den Teilchen diffus zerstreute Licht ist *polarisiert*, und zwar ist es linear polarisiert. Diese Linearpolarisation des Lichtes an Teilchen, die klein gegen die Wellenlänge sind, ist als *Tyndalls Phänomen* bekannt. Je kleiner die Teilchen, um so vollständiger die Polarisation. Nun gibt es Kristalloidlösungen<sup>1)</sup>, also „echte“ Lösungen, die ebenfalls den Lichtkegel bei ihrer Durchstrahlung aufweisen; man wäre also gar nicht in der Lage, aus dem Auftreten dieses Effektes auf die innere Beschaffenheit der Lösung Schlüsse zu ziehen? Nun, das ist doch der Fall: zeigen nämlich wahre (kristalloide) Lösungen (gewisser Farbstoffe z. B.) dennoch einen *sehr deutlichen* Lichtkegel, so ist dieser meist *unpolarisiert*, wie ein Blick durch das Nicol lehrt, er ist nur ein *Fluoreszenzlichtkegel*<sup>2)</sup>. Der auf Fluoreszenz beruhende Lichtkegel zeigt, im Gegensatz zu jenem durch diffuse Zerstreuung des Lichtes an kleinen Teilchen entstandenen beim Drehen des Nicols kein Erlöschen.

Der Lichtkegel gibt uns daher einen wichtigen Aufschluß über die Art der Lösung; er sagt uns (vorbehaltlich gewisser Einschränkungen), ob die Materie in dem Medium *optisch* „homogen“ oder „inhomogen“ (heterogen) zerteilt ist. Seine Bedeutung in diesem Sinne erkannt zu haben, ist

<sup>1)</sup> Es sei hier einstweilen erlaubt, die Kristalloidlösungen (also Lösungen vom Typus der Alaun- oder Kochsalzlösung) den Kolloidlösungen (z. B. der Goldzerteilung in Wasser) als „echte“ Lösungen gegenüberzustellen, obgleich der Unterschied, wie wir später sehen werden, nur ein gradueller, kein eigentlich qualitativer ist. Kristalloid- und Kolloidlösungen sind nichts anderes als Endglieder einer kontinuierlichen Reihe von Systemen.

<sup>2)</sup> Wir haben hier nur Lösungen von solchen Farbstoffen im Auge, deren Molekulargewicht nicht allzu hoch ist; letzterenfalls nehmen sie auch in „kristalloider“ Lösung insofern kolloidale Eigenschaften an, als ihre großen Moleküle nicht durch Membranen zu wandern vermögen (vgl. weiter unten). Solche Lösungen zeigen häufig einen Lichtkegel; dieser ist dann natürlich immer partiell linear polarisiert.

<sup>1)</sup> Die kleinen Partikelchen werden infolge der „Aufsplitterung“ des Lichtes an ihnen gleichsam selbstleuchtend (Lord Rayleigh) und senden nun Licht nach allen Seiten.

<sup>2)</sup> Lupe, Mikroskop.

<sup>3)</sup> In welcher also Goldteilchen einer Lineardimension von  $10 \cdot 10^{-6}$  bis  $20 \cdot 10^{-6}$  mm ( $10-20 \mu\text{m}$  [Millimikron]) schweben.

das Verdienst zweier Forscher, nach denen er Faraday-Tyndallscher Lichtkegel genannt wird.

Es mag indessen gleich hier ausdrücklich betont werden, daß das Tyndallphänomen niemals als Kriterium für eine scharfe begriffliche Trennung von Kristalloid- und Kolloidlösung herangezogen werden kann, geschweige denn, daß eine solche überhaupt möglich ist. Wie überall in der Natur, gibt es auch zwischen Kristalloid- und Kolloidlösungen zahlreiche Übergänge. Haben wir es doch einerseits in der Hand, die Materie bei der Herstellung kolloider Lösungen bis hinab zu molekularen Dimensionen zu zerteilen, so daß jenes Phänomen fast unmerklich wird; und zeigen doch andererseits echte Kristalloidlösungen (z. B. solche gewisser hochmolekularer Farbstoffe u. a. m.) einen deutlichen (linear polarisierten) Lichtkegel. Die räumlich diskontinuierliche Struktur der Kolloidlösungen ist nicht für dieselben charakteristisch, sie ist der Materie überhaupt, wie schon

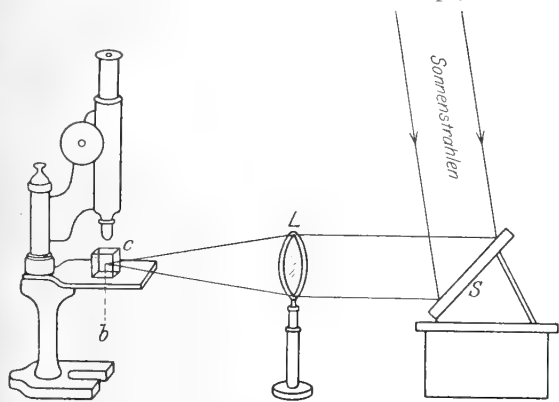


Fig. 1. Die Sonnenstrahlen fallen auf den Spiegel S, werden von diesem auf die Linse L geworfen und von derselben im Brennpunkt b (in der Küvette c) vereinigt; die Küvette c enthält die Untersuchungsflüssigkeit. Auf den Brennpunkt b ist ein Mikroskop schwacher Vergrößerung eingestellt.

(Nach R. Zsigmondy, Zur Erkenntnis der Kolloide, Jena 1905.)

hervorgehoben, als eigentümlich anzusehen, seitdem an der Existenz der Moleküle nicht mehr gezweifelt werden kann<sup>1)</sup>. Der Faraday-Tyndallsche Lichtkegel dürfte daher mehr ein *Quantitätsnachweis* sein, welcher uns über den *Feinheitsgrad* der räumlichen Diskontinuitäten in Lösungen ganz oberflächlich und schätzungsweise belehrt, als ein *Qualitätsnachweis*, welcher uns kristalloide von kolloidalen Lösungen begrifflich zu trennen gestattet. Darüber noch einiges mehr bei Besprechung der Kolloide. Über die optisch inhomogene oder heterogene Beschaffenheit des Faraday-Tyndallschen Lichtkegels, über seine Auflösbarkeit in zahllose Elementarteilchen gibt uns nun das *Ultramikroskop direkte* Aufschluß. In seiner einfachsten Form (Fig. 1) haben wir es dann vor uns, wenn wir, wie oben erwähnt, den

durch eine gewöhnliche *Sammellinse* in einer Goldzerteilung (einem „Goldhydrosol“) erzeugten Lichtkegel mittels eines *Mikroskops* betrachten. Wir sehen dann bei hinreichender Vergrößerung und Auflösungskraft des verwendeten Mikroskops den Lichtkegel sich in zahllose, in lebhafter Bewegung befindliche Teilchen auflösen<sup>2)</sup>, gerade so, wie ein diffus und matt leuchtender Sternhaufen seine einzelnen Sterne erst bei Betrachtung durch einen guten Refraktor wahrnehmen läßt und sich nur dann im Unterschied zu einem optisch unlöslichen kosmischen Nebelfleck eben als *Sternhaufen* kennzeichnet. R. Zsigmondy war der erste, der das eigenartige Schauspiel der optischen Auflösung des Faraday-Tyndallkegels (bei kolloiden Gold- und Silberlösungen) in einen Schwarm glänzender Teilchen genießen durfte, die gleich den Mücken an schwülen Sommerabenden ruhelos unter dem Einfluß der molekularen Wärmebewegung tanzten. Bei gewöhnlicher Beleuchtung zeigten selbst die besten Mikroskope nichts von dieser Pracht. Die leuchtenden Teilchen, deren äußerst geringe Größe Zsigmondy damals in erster Annäherung schätzungsweise aus ihren gegenseitigen Abständen ermittelte, blieben vollkommen unsichtbar. H. Siedentopf und R. Zsigmondy haben dann gemeinschaftlich die Methode der *Ultramikroskopie*, insbesondere die dazu erforderliche Apparatur, ausgebildet, welche als sog. *Spalt-Ultramikroskop* unsere Erkenntnis der Natur der Kolloide so wesentlich gefördert hat. Ehe wir auf das Spalt-Ultramikroskop und seinen jüngsten Enkel, das Immersions-Ultramikroskop von R. Zsigmondy, eingehen wollen, wird es von Nutzen sein, einige wissenswerte Grundbegriffe und -tatsachen aus dem Gebiete der *Kolloidchemie und -physik* in ganz gedrängter Form zu erläutern.

Den Namen *Kolloide* hat Th. Graham für eine Klasse von Körpern eingeführt, welche in Lösung, wie der *Leim (colla)*, u. a. die Eigenschaft haben, durch pflanzliche und tierische Membranen sowie durch Gallerten (z. B. Gelatinegallerte) gar nicht oder nur äußerst langsam zu diffundieren. Man kann diese Eigenschaft damit begründen, daß die den Membranen und Gallerten eigenen Poren zu klein sind, um die großen Moleküle jener Stoffe, zu denen außer dem Leim selbst beispielsweise Dextrin, Gummi, Karamell, Eiweiß u. a. gehören, passieren zu lassen. Der Name „Kolloide“ ist dann auch in der Folge allen denjenigen gelösten Körpern vorbehalten geblieben, welche sich gleichfalls durch diesen Mangel an Diffusibilität kennzeichnen, obschon viele derselben in ihren sonstigen Eigenschaften vom Typus des Leims oder Eiweißes sehr verschieden sind. Das gilt namentlich von den *Metallkolloiden*, deren eines wir in dem *Goldhydrosol* (Zerteilung metallischen Goldes in Wasser) schon flüchtig kennen gelernt haben. Sie erinnern sonst in nichts mehr an den Leim

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu W. Mecklenburg, Die experimentelle Grundlegung der Atomistik. Jena 1910. — The Svedberg, Die Existenz der Moleküle, Leipzig 1912.

<sup>2)</sup> Vgl. z. B. Fig. 4 und 7.

(colla), sondern heißen nur wegen ihrer gleichfalls geringen oder fehlenden Membrandiffusibilität „Kolloide“. Diese Eigenschaft ist ebenso wie bei den typischen Kolloiden (Eiweiß, Leim) auf die Größe der in der Flüssigkeit enthaltenen Teilchen, welche ja dort durch die großen Moleküle jener Stoffe selbst vertreten werden, zurückzuführen. Auch sonst verhalten sich beispielsweise die Goldteilchen in dem Goldhydrosol, obgleich selbst wohl an 20—100 mal größer<sup>1)</sup> als ein Goldmolekül, ganz wie sehr große Moleküle und führen ruhelos translatorische und oszillatorische Bewegungen aus, welche sich nach der kinetischen Theorie für sehr große Moleküle voraussehen lassen.

Im Goldhydrosol auf der einen Seite, im Eiweiß, Leim usw. andererseits haben wir bereits Typen zweier großer Kolloidklassen, der *anorganischen* und der *organischen* Kolloide, flüchtig kennen gelernt. Die *organischen Kolloide*, zu denen wir außer den physiologisch so wichtigen Eiweißkörpern noch u. a. die Seifen und Farbstoffe, also organische Salze, rechnen, besitzen im Haushalt der Natur eine ungleich größere Bedeutung als die anorganischen Kolloide. Aber die bei letzteren vorliegenden einfacheren und leichter zu deutenden Verhältnisse haben die anorganischen Kolloide zu einem äußerst wertvollen Studienobjekt erhoben, welches vielfach unsere Erkenntnis jener komplizierteren organischen Kolloide wesentlich gefördert hat. Die anorganischen Kolloide werden wohl zumeist künstlich erhalten; ihre *Vorgeschichte* ist uns also in fast allen Fällen genau bekannt, eine nicht zu unterschätzende Erleichterung ihres Studiums. *Zweitens* aber sind auch diese Systeme bedeutend einfacher gebaut, als irgend ein organisches Kolloid. Es gehören den *anorganischen* Kolloiden im wesentlichen an die Zerteilungen von *Metallen* (Gold, Platin, Silber u. a. m.) oder von *Metalloiden* (Schwefel, Selen usw.), kurz Zerteilungen von *chemischen Elementen*, ferner Zerteilungen von deren *Verbindungen* — z. B. von Oxyden, Sulfiden und Salzen — in den verschiedenartigsten Flüssigkeiten, zumeist aber wohl in Wasser. Man nennt diese Zerteilungen auch *Sole* und spricht speziell von *Hydrosolen*, wenn das Medium, welches die Zerteilung enthält, Wasser ist, analog z. B. von *Alkosolen*<sup>2)</sup>, *Benzosolen*<sup>3)</sup> usw. usw. *Wolfgang Ostwald* hat für das eine Zerteilung enthaltende Medium die glückliche Bezeichnung *Dispersionsmittel*, für die zerteilte Substanz selbst den Ausdruck *disperse Phase* eingeführt. Für alle diese kolloidalen Sole und ihre Existenz ist ein

Umstand charakteristisch und bedingend: die zerteilte Substanz muß in dem Dispersionsmittel an und für sich (kristalloid, molekular) *unlöslich* sein, wenn das betr. Sol beständig sein und seinen Gehalt an zerteilter Substanz nicht bald absetzen soll. Hiervon machen eine Ausnahme z. B. die Kolloide vom Typus des Leims, Eiweißes, gewisser Farbstoffe usw., die, wie mehrfach hervorgehoben, ja nur ihrer bedeutenden Molekulargröße halber den Kolloiden der letzten Art vergleichbar sind (cf. Seite 7), sonst aber sich z. B. in Wasser i. a. ohne weiteres molekular und spontan zerteilen — hier besser: „lösen“ lassen. Beim Eindampfen der *Sole* erhält man nicht, wie häufig beim Eindampfen „kristalloider“ Lösungen (z. E. von Kochsalzlösung), Kristalle, sondern *amorphe*<sup>1)</sup> Trockenrückstände, *Gele*<sup>2)</sup> genannt. Viele Kolloidlösungen *gallertisieren* auch, ähnlich wie die gelöste Gelatine, ein Kolloid par excellence, und halten große Mengen Flüssigkeit in der *Gallerte* fest; man spricht von Hydrogelen, Alkogelen, Benzogelen, je nach der Art des Dispersionsmittels. Wie können wir nun solche Sole bzw. Kolloidlösungen z. B. vom Typus des Goldhydrosols gewinnen? Entweder wir zerstäuben im Gleich- oder Wechselstromlichtbogen das kompakte Metall innerhalb der betr. Flüssigkeit (*Dispersionsmethoden*<sup>3)</sup>) oder aber wir lassen es z. B. durch einen chemischen Reduktionsprozeß aus hochverdünnten kristalloiden Lösungen in feinsten Verteilung entstehen (*Kondensationsmethoden*<sup>4)</sup>). Näher auf die Darstellung kolloider Lösungen einzugehen, verbietet der beschränkte Raum.

Wenn wir uns jetzt in Kürze mit einer der wichtigsten Eigenschaften der Sole, dem *Koagulationsphänomen*, bekannt machen wollen, so ist es zweckmäßig, der Einfachheit halber im folgenden abzusehen von den organischen Kolloiden, deren Verhältnisse in Lösung, wie bereits erwähnt nicht so eindeutig, sondern weitaus komplizierter liegen wie diejenigen der „echten Zerteilungen“<sup>5)</sup>. Zu den „echten Zerteilungen“ gehören die erwähnten *anorganischen Kolloide*. Mit Bezug auf diese gilt das Folgende.

1) Oder, um vorsichtiger zu sein, „amorph erscheinende“, vielleicht zum Teil „kryptokristallinische“.

2) Über Gele, Gallerten und Gelstrukturen ist schon einmal an anderer Stelle in dieser Zeitschrift berichtet worden (1913, Heft 42, Seite 1013 u. 1014). In dem vorliegenden Aufsatz sollen die Gele nicht nochmals behandelt werden, sondern nur ihre Vorstufen, die kolloiden Lösungen. Aus ihnen bilden sich die Gele durch Koagulation (Gerinnung) oder durch Agglomeration (Zusammenballung) der Teilchen.

3) Nach *Bredig* und *The Svedberg*: Die Bezeichnungen „Dispersions-“ und „Kondensationsmethoden“ sind von *The Svedberg*.

4) So erhält man aus einer hochverdünnten Lösung der Goldchloridchlorwasserstoffsäure durch Reduktion mit Formaldehyd, unter Beobachtung besonderer Vorsichtsmaßregeln, das berühmte rubinrote Goldhydrosol.

5) Dieser Ausdruck sei gebraucht in dem Sinne, daß unter „echter Zerteilung“ die Zerteilung eines Körpers in einer Flüssigkeit verstanden wird, in welcher derselbe an sich (d. h. molekular und spontan) *unlöslich* ist.

1) Gedacht ist hierbei an Goldteilchen mittlerer Größe, wie sie für gewöhnlich im Ultramikroskop zur Beobachtung kommen; man kann indessen Zerteilungen erzielen mit Goldpartikelchen, die ihrer Größenordnung nach den molekularen Dimensionen nahe stehen, ja größere Moleküle (z. B. des Hämoglobins, der löslichen Stärke) an Kleinheit noch übertreffen.

2) Dispersionsmittel: Alkohol.

3) Dispersionsmittel: Benzol.

Die anorganischen Kolloide zeigen — mit gewissen Ausnahmen, auf die wir hier nicht eingehen können — eine bedeutende *Elektrolytempfindlichkeit*. Alle Teilchen in dem Hydrosol eines solchen Kolloids sind gleichnamig elektrisch geladen. Dieser elektrischen Ladung und der daraus folgenden gegenseitigen Abstoßung der Kolloidteilchen verdankt das Hydrosol einzig und allein seine Beständigkeit.

Entzieht man den Teilchen die Ladung durch Hinzufügen entgegengesetzt geladener Teilchen oder auch der Ionen eines *Elektrolyts*, so ballen sich die Teilchen zusammen und fallen aus dem Dispersionsmittel aus, sie *koagulieren*, wie man sagt; der Vorgang heißt *Koagulation (Gelbildung)*.

Bei der Koagulation durch Elektrolytzusatz spielen naturgemäß nur diejenigen Ionen des zugesetzten Elektrolyts eine Rolle, deren Ladung gegenüber jener des Kolloidteilchens mit dem entgegengesetzten Vorzeichen behaftet ist.

Für die Wiedertzerteilung („Peptisation“) eines Kolloids (*Gels*) in einer Flüssigkeit ist es nun unerlässlich, daß den Teilchen eine solche elektrische Ladung mitgegeben wird. Dies geschieht z. B. durch Hinzufügen von Ionen eines Elektrolyts, welche von den Teilchen auswählend festgehalten („selektiv adsorbiert“) werden (elektrische Aufladung der Teilchen durch „Ionenadsorption“).

Infolge der so erhaltenen gleichnamigen elektrischen Ladung streben die Teilchen im Gel von neuem auseinander und bilden wiederum ein *Sol*.

(Schluß folgt.)

## Besprechungen.

**Brehms Tierleben.** Allgemeine Kunde des Tierreichs. IV. Aufl. Herausgegeben von Prof. Dr. Otto zur Strassen. Bd. X und XI, Säugetiere. Bd. I. XX, 580 S., 100 Abbildungen im Text und 51 Tafeln. Neubearbeitet von Ludwig Heck. Bd. II. XVIII, 654 S., 20 Doppeltafeln mit 94 Abb., 50 Abb. im Text. Neubearbeitet von Ludwig Heck und Max Hilzheimer. Leipzig, Bibliographisches Institut, 1914. Preis M. 12,—.

„Die Säugetiere sind für den Menschen als seine nächsten Verwandten in jeder ideellen und realen Beziehung die wichtigsten Tiere.“ Das sind die bezeichnenden Worte, mit denen Ludwig Heck, der bekannte Forscher und verdienstvolle Leiter des Zoologischen Gartens in Berlin, die Neubearbeitung des Brehm beginnt, jenes für den deutschen Geist und die deutsche Wissenschaft so bezeichnenden Werkes, für das Heck jetzt die Bearbeitung der Säugetiere übernommen hat.

Dem Zweck entsprechend, ist deshalb dem Einleitungsbande eine kurze Übersicht für die Gesamtheit der Säugetiere beigegeben, die auch mit vielen deutlichen und gut gewählten Abbildungen ausgestattet ist.

Den modernen Anschauungen entsprechend, beginnt nun gleich der erste Band mit jenen Gruppen, die wir als „alt“ und daher als mehr beiseite geschoben ansehen dürfen, mit dem Kreis, den man früher die Beuteltiere nannte, und mit den Insektenfressern.

Die ersten, zu denen sich auch die Schnabeltiere und Ameisenigel gesellen, die Eier legen, also einer

noch älteren Form angehören, beschränken sich ja in der Verbreitung hauptsächlich auf Australien und die angrenzende Region. Aber auch sie gewähren ein sehr reiches Bild, da sie, neben den schwimmenden und grabenden Formen, die die beiden eben genannten darstellen, auch noch springende und laufende, kletternde und fliegende abgegliedert haben.

Eine ebenso viel gespaltene Formenfülle zeigen uns auch die Insektenfresser, aber sie weichen in der Verbreitung insofern von den Beuteltieren ab, als sie Australien diesem Stamm gewissermaßen als Domäne überlassen und sich nicht auf ein besonderes geographisches Gebiet beschränken. Dafür beweisen sie durch ihre biologischen Verhältnisse, daß sie durch einen neuen Wettbewerb (wahrscheinlich kommen unsere Raubtiere hauptsächlich in Frage) in allerlei *Nebenberufe* — um mich so auszudrücken — abgedrängt wurden. Das wird auch dadurch bewiesen, daß allerlei größere Formen der Vorzeit angehören, während die allermeisten Formen unserer heutigen Insektenfresser im Verhältnis zur modernen Konkurrenz bei den Raubtieren winzige Formen darstellen.

Mit der Anpassung an den Flug hängt es zusammen, daß eine Gruppe, die hier selbständig auftritt, die Fledermäuse, in einer großen Fülle von Formen, zum Teil mit einem sehr engen Verbreitungsgebiet und bedeutender Spezialisierung, andererseits wieder mit weitverbreiteten Arten, auftritt. Sie sind bekanntlich in ihrer Bestimmung außerordentlich schwierig, und in der Lebensart, abgesehen von den Fruchtfressern, trotz der Vampyre ziemlich eintönig. Es ist daher wirklich eine Freude, zu beobachten, was unter den Händen eines so vortrefflichen Bearbeiters sich auch aus dieser Gruppe hat machen lassen. Ich verweise dazu auf die Doppeltafel der „merkwürdigen Fledermäuse“ mit ihren grotesken Nasen- und Ohrenbildungen, und auf die Abbildung der Haftscheiben, die sich bei den Fledermäusen durch ihre eigenartige Lebensweise ausgebildet haben.

Den Schluß des Bandes bildet eine Zusammenstellung jener Säugetiere, die man früher als die Zahnarmen zusammenfaßte, die Ameisenfresser, Gürteltiere und Faultiere, und es ist gewiß nur zu begrüßen, wenn abseits von der allgemeinen Aufgabe des „Tierlebens“ hier auch einige Angaben über die bedeutsame Verbreitung der ausgestorbenen, zum Teil riesigen Vorfahren dieser Tiergruppen eingefügt sind.

Im zweiten Bande ist als Anhang von Dr. Max Hilzheimer die Gruppe der Robben bearbeitet, die ja sonst meist zu den Raubtieren gestellt wird und hier wohl nur durch Raumrücksichten verschlagen ist. Auch dies schwierige Gebiet ist vom Bearbeiter eingehend und sachverständig behandelt, und für weitere Kreise wird ja von Interesse sein, was hier über die wichtige, leider wohl dem Untergang entgegengehende Gruppe der Pelzrobben und über die ebenso anziehenden, aber noch merkwürdigeren Walrosse, die Hagenbeck für den Betrieb der Zoologischen Gärten gewonnen hat, gesagt wird.

Nebenbei gesagt, ist es doch recht kläglich, daß wir die Pelzrobben und Walrosse nicht vor der Ausrottung schützen können und daß zu gleicher Zeit in Nord- und Ostsee unsere Fischer klagen müssen, daß die Seehunde, weil ihre schwierige Jagd nicht lohnt, bei uns über die Maßen zunehmen. Eigentlich müßte doch hier die gute Sitte der Jäger oder der Sport helfend eingreifen! — Der weitaus größte Teil des Bandes ist nun der großen Gruppe der Nagetiere gewidmet,

die für eine Behandlung, die zugleich wissenschaftlich und populär sein soll, eines der schwierigsten Gebiete darstellt. Der Forschung darf ja nichts abstoßend und widerwärtig sein, aber Ratten und Mäuse erschweren die Forschung nun noch durch ein Wirrsal in sich verschiedener und doch systematisch schwer zu bewältigender Formen, deren Lebensvorgänge zum Teil auch keineswegs leicht festzustellen sind. Aber mit großer Geschicklichkeit und einer nie erlahmenden Geduld hat uns *Heck* durch dies große, in gewissem Sinne eintönige und doch so wichtige Gebiet geführt, denn wenn manche große Stämme uns mehr durch ihre Sonderbarkeit auffallen und viele Formen den gewöhnlichen Beobachter außerordentlich wenig anziehen, so sind doch manche der Nager für den Menschen außerordentlich wichtig durch ihre ungeheure Vermehrungsfähigkeit, die sie zu sehr gefährlichen Feinden des Menschen und seiner Hauswirtschaft machen kann. Unsere Feldmaus ist ein recht niedliches Tier, aber Mäusefraß ist bekanntlich einer der gefürchtetsten Feinde des Fleißes unseres Landmanns.

Mit dieser Vermehrungsfähigkeit hängt es wahrscheinlich zusammen, daß der Mensch manche Gruppe von Nagetieren stark zu fürchten hat, weil durch sie Epidemien verbreitet werden können, die sich zu schweren Volkskrankheiten entwickeln. So sind gewisse Nagetiere der südsibirischen Wälder als Verbreiter der fürchterlichen Lungenpest verdächtig, und zur Verhinderung der Einschleppung der Pest werden in unseren europäischen Häfen bekanntlich auf allen Schiffen, auf denen tote Ratten gefunden werden, durch ein besonderes Verfahren alle Tiere getötet und so die Gefahr der Ansteckung vermieden.

Es ist sehr eigenartig, daß auch der kleine Lemming, der bekanntlich im Norden Norwegens oft massenhaft auftritt, im begründeten Verdacht steht, eine Art Fieber mitzuschleppen. Jedenfalls ist es aber auch sehr eigenartig, daß schon das Altertum eine besondere Art Mäusegott, *Smintheus*, mit dem Pestgott, *Apollo*, dem fernhin treffenden, verband, ebenso wie in der Bibel die Philister goldene Mäuse zur Abwehr einer Pest weihen müssen. Es scheint also dies Verhältnis von Mäusen und Pest dem Altertum nicht ganz unbekannt gewesen zu sein.

Daß bei einem so ausgezeichneten Tierkenner und Tierfreund wie *Heck* auch die zierlichen und anziehenden Geschöpfe, die unter den Nagetieren ja keineswegs fehlen, wie Eichhörnchen, Meerschweinchen, Haselmäuse und andere mehr, zu ihrem Rechte kommen, brauche ich ja kaum hervorzuheben.

Ich möchte noch für beide Bücher hervorheben, daß es mich sehr gefreut hat, nicht überall Photographien zu finden, von denen ein Übermaß eher ermüdend für den Beschauer wirkt, daß vielmehr eine glückliche Abwechslung mit anderen Darstellungen sich geltend macht.

Überhaupt wird man das Gesamturteil dahin zusammenfassen können, daß der Verfasser, der nicht nur seine eigenen reichen Erfahrungen, sondern auch, im Gegensatz zu früheren Auflagen, zahlreiche, gut belegte Literaturangaben aus den Zeitschriften bringt, in Geist und Darstellung ein Werk geliefert hat, das völlig auf der Höhe des für deutsche Arbeit so charakteristischen Brehms ist, und da der Bearbeiter überall bemüht gewesen ist, von dem bewährten Alten nicht zu viel wegzutun und doch das Neugewonnene zu seinem Rechte kommen zu lassen, und da die gesamte Ausstattung völlig auf der gewohnten Höhe des altbewährten Bibliographischen Instituts steht, so wird

man nur der Hoffnung Ausdruck geben können, daß der neue Brehm zu den alten noch viele neue Freunde gewinnen wird.

Ed. Hahn, Berlin.

**Monographien einheimischer Tiere. Herausgegeben von Prof. Dr. H. E. Ziegler, Stuttgart, und Prof. Dr. R. Woltereck, Leipzig:**

Band 5. *Steinmann, P., und E. Bresslau, Die Strudelwürmer (Turbellaria).* Leipzig, Werner Klinkhardt, 1913. XI, 380 S., 156 Abbildungen und 2 Tafeln. Preis geh. M. 9,—, geb. M. 10,—.

Band 6. *Meyer, Werner Th., Tintenfische, mit besonderer Berücksichtigung von Sepia und Octopus.* Leipzig, Werner Klinkhardt, 1913. IV, 148 S., 81 Abbild. und eine farbige Tafel. Preis geh. M. 4,—, geb. M. 4,80.

Die von *Ziegler* und *Woltereck* unternommene Sammlung von Monographien einheimischer Tiere hat sich bisher mit dem Frosch, dem Kaninchen, der Hydra und der Weinbergschnecke befaßt. Sie ging dabei von dem Gedanken aus, daß wir als „Dozenten, Lehrer, Studenten, Züchter, Liebhaber, Naturfreunde usw.“ das Bedürfnis hätten, für eine Anzahl von Tieren in lesbarer und knapper Fassung alles beieinander zu haben, was in der „Fülle von Einzelarbeiten systematischer, histologischer, morphologischer, physiologischer, anatomischer und embryologischer Art“ vorhanden ist. Der Gedanke war gut und wurde namentlich von denen begrüßt, die darin Themen wiederaufleben sahen, die einst Meister wie *Buffon*, *Lyonet*, *Trembley*, *Rösel von Rosenhof*, *Gölze* beglückt hatten.

Mit den vorliegenden beiden Bänden wendet sich die Sammlung der Schilderung von Tiergruppen zu und engt damit ihr weitausschauendes Programm ein. Sie unterstreicht fortan den Zug klassifikatorischer Begriffsbildung und verliert immer mehr aus dem Auge das Tier — „dieses köstliche Eine“. Was sie künftig, bei weiterem Verharren in der neuen Wendung, noch bieten kann, ist wenig mehr als eine breitere Ausmalung dessen, was unsere Handbücher schon enthalten, und von Unternehmungen wie *Spengels* Ergebnissen und Fortschritten der Zoologie weit vollendeter geboten werden kann. Auch würde es sich bald ausweisen, daß die einheimischen Tiere zu einer ergiebigen Charakteristik von Tiergruppen nicht ausreichen.

Doch das sind Fragezeichen, die sich an die Redaktion wenden.

*Werner Th. Meyer* unternimmt es, ein Gesamtbild der Tintenfische zu zeichnen, indem er „je einen Vertreter der Gruppen der achtfüßigen und der zehnfüßigen“ behandelt, „nämlich die Sepia und den Octopus, und zwar in der Weise, daß zwar nur die eine Form beschrieben wird, daß aber in Figuren und Text auf Abweichungen hingewiesen wird. Außerdem sind für die biologisch so interessante Frage der Leuchtorgane u. a. noch fernerstehende Formen herangezogen worden, um der Mannigfaltigkeit in Bau und Leben dieser Tierklasse gerecht zu werden“. Daß man weder dem Umfang noch dem Inhalt des Begriffs „Kopffüßer“ gerecht wird, wenn man sich von vornherein auf die Vierkiemer beschränkt, beweist das Buch bereits in dem Kapitel über Körperform und äußere Gliederung. Darum hätte mindestens neben Sepia und Octopus in gleicher Ausführlichkeit noch der Nautilus stehen müssen (der allerdings kein einheimisches Tier ist). Genau genommen wäre es auch ohne Ammoniten, Argonauta, Cirroteutis und Architeutis nicht gegangen. Das Buch beschäftigt sich nacheinander mit der Körperform und äußern Gliederung der Haut, dem Skelett, der Musku-



latur und den Armen, dem Darmkanal und seinen Anhängen, dem Kreislauf und den Atmungsorganen, dem Nervensystem mit den Sinnesorganen, der Leibeshöhle und ihren Abkömmlingen: Nieren und Geschlechtsorganen, mit dem Hektokotylus, mit der Entwicklungsgeschichte, mit dem Stoffwechsel, mit der Physiologie des Gehirns, der Sinne und der Chromatophoren, mit den Leuchtorganen und mit der Lebensweise. Ein paar kürzere Kapitel befassen sich mit der Bedeutung für den Menschen, mit den ausgestorbenen Cephalopoden, mit Nautilus und Spirula sowie mit der Systematik und der Stammesgeschichte.

Angehängt ist ein Literaturverzeichnis (in dem ich nur *Hescheler's* Aufsatz über die Sepia aus den *Zürcher Neujahrsblättern* sowie *Marshall's* temperamentvolle Schilderungen der Lebensweise in *Brehms* Tierleben vermisste) und eine recht brauchbare Erklärung der Fachausdrücke. Das Buch ist mit offensichtlicher Hingabe und sorgfältig abwägendem Urteil gearbeitet. *Merculianos* farbiges Bild der Sepia würde das beste aller vorhandenen Sepiabilder sein, wenn es nicht in dem Farbleide und in der Armhaltung männliche und weibliche Charaktere ineinander gemischt hätte, Versehen, wie sie dem verdienten Manne leider öfter passiert sind. Zu dem Kapitel Lebensweise wäre manches zu sagen. So z. B. halte ich die Erzählung vom Steinest des Octopus für Fabel. An der Küste hat das Tier kaum einen festen Standort, und wenn es sich im Aquarium hinter aufgetürmten Steinen vor unbequemer Belichtung und vor den Zuschauern verbirgt, so spricht das nicht für Nestbau. Die Bewegungen des Octopus hat *Meyer* besser aufgefaßt als *Hesse* und *Doflein* es getan haben.

Stellt sich das Cephalopodenbuch als eine Anfängerarbeit dar, so ist der Band über die Strudelwürmer das reife Werk reifer Forscher, das aus der Turbellarienliteratur nicht mehr wegzudenken ist. Allerdings will der Titel in engerem Sinne verstanden sein, als er der Fassung nach lautet. Der Band will nur „durch allseitige Schilderung des Baues und der Lebensweise einiger leicht zugänglicher Turbellarienarten die wesentlichen Züge der Gruppe herausarbeiten“. „In den Vordergrund“, so sagen die Verfasser, „stellten wir die Süßwassertricliden, die bekannteste einheimische Turbellariengruppe, gleichzeitig die einzige Abteilung der Strudelwürmer, für die eine wissenschaftliche Zusammenfassung bisher fehlt. Als Vertreter der Rhabdocoeliden wählten wir *Mesostoma Ehrenbergi*, das infolge seiner Größe und Durchsichtigkeit ein besonders günstiges Untersuchungsobjekt darstellt. Diese Formen waren uns durch langjährige Untersuchungen vertraut, und es konnten daher in der Monographie viele bisher unveröffentlichte Beobachtungen über sie verwertet werden. Unser Buch unterscheidet sich in dieser Hinsicht von seinen Vorgängern: es trägt teilweise den Charakter einer Originalpublikation. Das gilt besonders für die biologischen Abschnitte. Dagegen haben wir die übrigen Turbellariengruppen, die Acoelen, Polycladen, Allöocoelen und die maricolen und terricolen Tricliden so weit vernachlässigt, als sich dies mit der Aufgabe vereinigen ließ, dem Laien eine Vorstellung über den Bau, die Entwicklung und die Lebensweise der Strudelwürmer zu vermitteln. — Bei den mannigfachen, für Nicht-Zoologen kaum überwindlichen Schwierigkeiten, die sich einer anatomischen Untersuchung unserer Tiere entgegenstellten, haben wir den anatomischen Teil relativ kurz gehalten und dafür den biologischen Abschnitt breiter behandelt. Die dort mitgeteilten Tatsachen können meist

ohne spezielle Vorkenntnisse und Hilfsmittel nachgeprüft werden. Ferner haben wir uns bemüht, möglichst einfache und bequeme Bestimmungstabellen auszuarbeiten, durch welche auch der Nichtfachmann in stand gesetzt werden soll, die ihm zugänglichen Strudelwürmer zu bestimmen. So ist unser Buch kein wissenschaftliches Nachschlagewerk, es soll vielmehr lediglich als Einführung in die Turbellarienkunde dienen.“ Für die Tricliden ist *Steinmann* verantwortlich, für die Rhabdocoelen *Breßlau*, die Einleitung stammt von *Steinmann*, und das Kapitel über Entwicklung und Stammesgeschichte der Turbellarien ist gemeinsame Arbeit beider Autoren. Die farbige Tafel, nach *Bigler* und *Leschhorn*, macht einen guten Eindruck.  
*Thilo Krumbach, Rovigno.*

**Eug. Warmings Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie.** Dritte umgearbeitete Auflage von *Eug. Warming* und *P. Gräbner*. Berlin, Gebr. Bornträger, 1914. Erste Lieferung. 80 S., mit zahlreichen Illustrationen und Tafeln. 8°. Preis M. 4.—.

Eine Besprechung dieses wichtigen Buches kann nicht besser beginnen als durch Aufführung des trefflichen Geleitwortes, das ihm im Prospekt beigegeben ist:

„Im Jahre 1895 erschien in Dänemark *Eugenius Warmings Plantesamfund*. Trotzdem dieses Werk in der im internationalen Verkehr weniger gebrauchten dänischen Sprache geschrieben war, erregte es in den botanischen Kreisen der ganzen Welt berechtigtes Aufsehen. War es doch das erste Mal, daß die Errungenschaften der Pflanzenanatomie und -physiologie auf die Pflanzengeographie Anwendung fanden, daß die beiden großen Zweige der Botanik, die Systematik mit der Pflanzengeographie und die Pflanzenphysiologie mit der -anatomie, die sich lange Zeit mindestens ziemlich fremd gegenüberstanden, miteinander verknüpft wurden, und zwar in einer Weise, die reiche Erfolge für die praktische Nutzbarmachung der Wissenschaft versprach.

Mit der dem Verfasser eigenen Gewissenhaftigkeit und seiner großen Belesenheit fand sich in dem Buche eine erschöpfende Übersicht über die damals vorhandene Literatur, und die klare, jedermann verständliche Einteilung und Fassung des Stoffes ließ es von Anfang an sicher erscheinen, daß das Werk einen großen Einfluß auf die Weiterentwicklung der Pflanzengeographie haben würde. Der Erfolg blieb denn auch nicht aus. Bald nach dem Erscheinen schwoll die Literatur auf dem Gebiete der Pflanzenökologie ganz ungeheuer an. Überall regte es sich in dem Bestreben, die vorhandenen Lücken in dem neuen Wissenszweige auszufüllen.

In der Literatur aller Länder der Erde füllen seitdem die Fortschritte der ökologischen Forschung dicke Bände. Außer den beiden Auflagen der deutschen Übersetzung, die jetzt vergriffen sind, erschien (unter *Warmings* Aufsicht) eine bedeutend erweiterte englische Ausgabe.

*Schimper's* Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage brachte neben einer Reihe von neuen Ideen und Gesichtspunkten zahlreiche, sehr schöne Abbildungen. Es ist vielfach der Wunsch geäußert worden, auch den „*Warming*“ illustriert zu sehen, und die Verlagsbuchhandlung hat sich daher entschlossen, diesem nachzugeben und die dritte Auflage mit vielen Abbildungen herauszugeben. Professor *Eug. Warming* hat seine ganze Zeit und sein großes Wissen in aufopferndster Weise in den Dienst des Werkes gestellt und so ist mit Sicherheit zu erwarten, daß ein allgemein interessierendes, mustergültiges Werk zustandekommen wird.“

Dazu ist den Autoren und dem Verlag zu gratulieren, denn jeder, der das „alte“ Buch kennt, freut sich auf das neue.

An der ersten Lieferung, die erschienen ist, läßt sich schon erkennen, was das Werk sein wird, trotzdem wir es erst mit der Einleitung, mit den klimatischen Faktoren und einem Teil der edaphischen Faktoren zu tun haben. Doch schon diese Standortstudien zeigen den Reichtum an Neuem, das seit der letzten deutschen Auflage 1902 erforscht und hier verarbeitet ist. Die 80 Seiten der Lieferung entsprechen 46 Textseiten der alten Auflage. Die Textvermehrung beträgt ungefähr 16 Seiten, also ein volles Drittel. Dazu kommen ungefähr 18 Seiten für Abbildungen schon hier in Kapiteln, die sich noch nicht zur bildlichen Darstellung so sehr eignen, wie die Teile über die Vegetation der Erde. Es kann also Prachtvolles erwartet werden; wie kaum bei einer anderen Wissenschaft, ist bei der Pflanzengeographie die Bildbeigabe wichtig.

Das Standwerk *Warmings* kann als so bekannt vorausgesetzt werden, daß hier nur kurz auf das Neue aufmerksam gemacht werden soll.

Die *Einleitung* gibt uns eine neue präzise Besprechung des „Standorts“, der sich aus so komplizierten, mannigfachen Faktoren zusammensetzt, die gemeinsam wirken, aber getrennt besprochen werden müssen, wobei die besondere Schwierigkeit auftritt, daß verschiedene Faktoren sich ersetzen und ergänzen können.

Die Einwirkungen der verschiedenen Faktoren führen zum Studium der Lebensformen und der *Physiognomie der Pflanzen*. Dabei zeigt sich, daß ähnliche Standorte auf verschiedenen Kontinenten denselben Inhalt von Lebensformen zeigen, trotz anderer floristischer Zusammensetzung dieselbe „natürliche Vereinsform“ (Formation) darstellen (Heiden Nordwesteuropas und der hohen Anden).

Auf die Sukzessionen weist der Titel *Genetische Pflanzenökologie* hin unter den Gebieten, welche die ökologische Pflanzengeographie behandeln muß.

#### Erster Abschnitt.

##### *Der Standort (Statio, Habitat).*

##### *Die ökologischen Faktoren und ihre Wirkungen.*

Unter den *klimatischen Faktoren* finden sich schon bei der Zusammensetzung der Luft neue Hinweise betreffend Wirkung der schwefligen Säure, des Salzgehaltes der Luft, des Luft- resp. Sauerstoffgehaltes des Wassers.

Dem Studium der *Lichtwirkungen* hat das letzte Jahrzehnt in hohem Maße seine Aufmerksamkeit geschenkt. Daher ist dieses Kapitel besonders viel inhaltsreicher geworden. Es haben sich verschiedene Meßmethoden gebildet, die schöne Resultate, besonders in der Messung der chemischen Lichtintensität und des Lichtgenusses der Pflanzen zeitigten. Die Lichtsinnesorgane und Einteilung der Blätter nach dem Verhalten zum Licht finden ihre Erörterung.

Interessante Resultate neuerer Forschung zeigt auch die Resistenz der Pflanzen gegen hohe und tiefe *Temperaturen*. Die Empfindlichkeit der Pflanzenteile ist sehr verschieden, die der Wurzeln vieler Bäume größer als die der oberirdischen Teile. Im Samenzustand ist die Widerstandskraft viel größer. Winterhärte wird auch durch Umwandlung von Stärke in Fett und Zucker erzeugt. Wenn die Pflanzen Zeit haben, sich auf die Kälte einzurichten (Ruhezeiten), ertragen sie

viel mehr, als wenn sie durch Frost überrascht werden (Eisbildung in den Zellen, Wassermenge der Zellen usw.). Einen einschneidenden Einfluß übt die Verteilung des atlantischen und kontinentalen Klimas aus.

Nach der *Luftfeuchtigkeit* können verschiedene Pflanzen ihr Verhalten bei der Fruchtreife richten, einerseits Einschließen der Samen in allzu trockenen Perioden (Rose von Jericho), andererseits Einschließen bei zu viel Nässe (*Daucus carota*). Nebel wirkt durch Feuchtigkeit und Lichtschwächung stark ein. Weiter wird auf die verschiedene Verteilung des *Regens* und seiner Wirkungen bei gleicher Masse eingegangen. Die Zeit der Niederschläge verändert ein Klima vollständig.

Bei den *Luftbewegungen* wird auf Arbeiten hingewiesen über die abschleifende Wirkung des Windes, über Windschäden und daraus entstehende Herabdrückung der Waldgrenzen, über Begünstigung der Spalierform usw.

Blitzschläge schaden häufig den Bäumen, aber auch die *strahlende Elektrizität* kann wirken und den Anlaß zu Wipfeldürre geben nach umfangreichen neuen Untersuchungen von *Tubeuf*.

Auf diese Andeutungen über die neuen Ergänzungen will ich mich beschränken. Noch viel größere Fortschritte als hier wird das Buch in seinen Hauptabschnitten aufweisen, die in späteren Lieferungen herauskommen werden; erst dann kommt die Zeit für eine allgemeinere Besprechung. *E. Rübel, Zürich.*

**Ostenfeld, C. H., On the Distribution of Bacillariales (Diatoms) in the plankton of the north european Waters according to the international sea investigations, with special relation to the hydrographical conditions.** Bull. trim. etc. publ. par le Bureau du conseil perman. intern. pour l'explor. d. l. mer Résumé plunkt. 3. part. Copenhague, p. 403—508.

In dem von der Internationalen Meeresforschung bearbeiteten Gebiete (Nordsee, westl. Ostsee, Gewässer westl. Großbritannien und Irland und die See zwischen Norwegen und Island) bilden die Diatomeen den größten und wichtigsten Bestandteil des Planktons. Als hauptsächlichste Quelle für die Bildung organischer Substanz sind sie das wichtigste Futter für die Tiere in dem ganzen untersuchten Gebiete. In ungeheueren Mengen sind die Diatomeen besonders in den Küstengebieten vorgefunden worden, und *Ostenfeld* weist auf den Umstand hin, daß die fischreichsten Gebiete der Welt in Küstengebieten mit reichem Diatomeenplankton (Nordsee, norwegische Küste, Gewässer Islands) liegen. Für jede Art gibt der Autor 1. ihre allgemeine Verteilung und Biologie an, 2. ihre Verteilung in den untersuchten Gebieten in den einzelnen Jahren und Jahreszeiten; 3. ihre Abhängigkeit von den hydrographischen Bedingungen, 4. Unregelmäßigkeiten im Auftreten und 5. eine Zusammenfassung der Resultate und Hinweise auf noch zu machende Beobachtungen. In sehr geschickt übersichtlicher Weise wird für jede Species ihr quantitatives Auftreten in den Jahren 1902—1908 für jeden Untersuchungsmonat (Februar, Mai, August, November) auf je einer Kartenskizze verzeichnet. Das Werk ist das Resultat einer ungeheueren Arbeitsleistung, denn von der Arbeit des Sammelns der Proben ganz abgesehen, wurden viele Hunderte von Fängen untersucht. Für die Biologie der nordischen Planktondiatomeen ist die Arbeit grundlegend. *J. Schiller, Wien.*

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 15.

9. April 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Das italienische Erdbeben vom 13. Januar 1915.  
Von *Dr. E. Tams, Hamburg.* S. 189.

Über Ultramikroskopie und kolloide Lösungen.  
Von *Dr. W. Bachmann, Göttingen.* (Schluß.)  
S. 191.

Über neuere Literatur zur Landes- und Volkskunde des Russischen Reiches. Von *Prof. Dr. Max Friederichsen, Greifswald.* S. 195.

Der Nährwert des Holzes. Von *G. Haberlandt.*  
Aus den Sitzungsberichten der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften. S. 198.

Kleine Mitteilungen. S. 199.

Verlag von Behrend & Co., Berlin W9, Linkstr. 23/24.

## Instruktionen für die alphabetischen Kataloge der Preußischen Bibliotheken

vom 10. Mai 1899.

**Zweite Ausgabe in der Fassung vom 10. August 1908.**

Neuer Abdruck.

Lexikonoktav, X und 179 Seiten.

**Geheftet M. 4.80; in Leinwand gebunden M. 5.60.**

Das jetzt in dritter Auflage vorliegende *amtliche* Werk ist für jeden Bibliothekar ein unentbehrliches Hilfsmittel. Auch in bibliographischen Dingen Unerfahrene, die in die Lage kommen, Titel von Druckwerken registrieren zu müssen, werden in allen Fällen Auskunft und Belehrung in den „Instruktionen“ finden. Nicht weniger als 94 *Beispiele* erläutern in anschaulicher Weise die in dem Werke niedergelegten Vorschriften für die Aufnahme von Titeln. Ein ausführliches Sachregister erleichtert die Benutzung der „Instruktionen“ wesentlich.

**Zu beziehen durch alle Buchhandlungen.**

LIBRARY  
RECEIVED  
MAY 12 1915  
U.S. Department of Agriculture

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 3, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 3, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Kryptogamenflora für Anfänger

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse für Studierende u. Liebhaber

Herausgegeben von

**Prof. Dr. Gustav Lindau**

Privatdozent der Botanik an der Universität zu Berlin, Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem

Erster Band: **Die höheren Pilze (Basidiomyceten)**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 607 Figuren im Text — Preis M. 6,60; in Leinwand gebunden M. 7,40

Zweiter Band: **Die mikroskopischen Pilze**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 558 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Dritter Band: **Die Flechten**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 306 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Vierter Band, Teil I u. II: **Die Algen**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Erste Abteilung: Mit 489 Fig. — Preis M. 7,—; in Leinw. geb. M. 7,80

Zweite Abteilung: Mit 437 Fig. — Preis M. 6,60; in Leinw. geb. M. 7,40

Fünfter Band: **Die Laubmoose**

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 265 Figuren im Text — Preis M. 7,—; in Leinwand gebunden M. 7,80

Sechster Band: **Die Torf- und Lebermoose**

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 296 Figuren im Text

**Die Farnpflanzen (Pteridophyta)**

Von Guido Brause, Oberstleutnant a. D.

Mit 73 Figuren im Text — Preis M. 8,40; in Leinwand gebunden M. 9,20

Der III. Teil von Band IV, mit dem das Werk abgeschlossen sein wird, befindet sich in Vorbereitung

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

9. April 1915.

Heft 15.

## Das italienische Erdbeben vom 13. Januar 1915.

Von Dr. E. Tams, Hamburg.

Über das zerstörende Erdbeben, welches am Morgen des 13. Januar d. J. um 7 Uhr 53 Min. M. E. Z. einen Teil von Mittelitalien betraf, liegen naturgemäß noch keine vollständigen Nachrichten vor. Doch läßt sich nach den bisher veröffentlichten Mitteilungen soviel sagen, daß das Gebiet der heftigsten Wirkungen, die *pleistoseiste Zone*, am *Lago Fucino* in der Provinz *Aquila* gelegen ist. Hier wurde der höchste, d. h. der 10. Grad der empirischen Intensitätsskala von *Rossi-Forel* erreicht<sup>1)</sup>. Überaus stark wurden namentlich im Gebiet der westlichen Umrandung des zum größten Teil trocken gelegten Seebeckens die Stadt *Avezzano*<sup>2)</sup> und Umgebung und die kleineren Ortschaften *Tagliacozzo*, *Magliano*, *Albe* und *Capistrello* sowie auf der Nord- und Ostseite u. a. *Celano*, *Pescina* und *Gioja de Marsi* mitgenommen. Aber noch in *Sora* (Provinz *Caserta*), 40 km ssö. von *Avezzano*, wo viele Häuser einstürzten und alle nicht eingestürzten Häuser derart beschädigt wurden, daß sie geräumt werden mußten, dürfte

Stärke der Erschütterung 9 bis 10 Grad, wenn it 10 Grad der erwähnten Skala betragen haben. Nach einer Angabe soll sich die *pleistoseiste Region* sogar von *Cittaducale* (bei *Rieti*, 60 km nw. von *Avezzano*) in südöstlicher Richtung durch ungefähr 120 km bis über *Sora* hinaus nach *Cassino* hin erstreckt haben; in hierzu senkrechter Richtung dürfte indessen ihre Ausdehnung wesentlich geringer gewesen sein. Ernstlicher in Mitteleidenschaft gezogen wurden ferner Teile der benachbarten Provinzen *Rom*, *Perugia*, *Teramo*, *Chieti*. In der Stadt *Rom*, 80 km von *Avezzano* entfernt, maß die Intensität nach den vorliegen-

1) Die hier in Betracht kommenden höheren Grade der *Rossi-Forel*-Skala sind folgendermaßen gekennzeichnet:

6. Grad. Allgemeines Erwachen der Schlafenden; Anschlagen der Hausglocken, Schwanken der Kronleuchter, Stillstehen von Uhren, sichtbares Schwanken der Bäume und Sträucher. Einzelne Personen verlassen aus Furcht oder Vorsicht die Häuser.

7. Grad. Umstürzen beweglicher Gegenstände, Abfallen von Putz, Anschlagen von Kirchenglocken; allgemeiner Schrecken, aber noch keine Beschädigung der Bauwerke.

8. Grad. Umstürzen von Kaminen, Risse in den Mauern von Gebäuden.

9. Grad. Teilweise oder gänzliche Zerstörung einiger Gebäude.

10. Grad. Großes Unglück, Ruinen, Umsturz von Erdschichten, Entstehen von Spalten im Boden, Bergstürze.

2) Wir nennen nur solche Orte, welche in *Stiellers Hand-Atlas*, Gotha 1907, angegeben sind.

den Meldungen noch 7 bis 8 Grad R. F., indem sich in der Bevölkerung eine allgemeine Bestürzung geltend machte und das Umstürzen beweglicher Gegenstände, das Entstehen von Rissen in Mauern und dergl. beobachtet wurde. Was die Ausdehnung des Schüttergebietes betrifft, so wird gemeldet, daß das Beben auch in der *Emilia* (*Modena*, 350 km v. A.) und in *Pola*, 320 km v. A., sowie gar noch in *Graz*, 580 km v. A., gefühlt worden ist. Im Süden erstrecken sich die makroseismischen Nachrichten bisher bis nach *Bari* (Apulien, 300 km v. A.). In *Neapel* (150 km v. A.), wo die Bevölkerung stark beunruhigt wurde und teilweise bestürzt auf die Straße eilte, auch stellenweise leichter Schaden angerichtet wurde, dürfte die Intensität noch etwa den 6. bis 7. Grad R. F. erreicht haben.

Nach den Untersuchungen der italienischen Geologen werden die zentralen Apenninen und so auch das Gebiet zwischen *Rieti* und *Cassino* in nw.-sö. Richtung von einem System paralleler Brüche vermutlich quartären, also außerordentlich jugendlichen Alters durchzogen. Verwerfungen begleiten auch die Ufer des *Fuciner Beckens*, das, wie die Becken von *Foligno* und *Spoleto*, von *Norcia*, *Rieti*, *Aquila* und *Sulmona* (Umbrien und Abruzzen) tektonischer Entstehung ist. Bei diesem Sachverhalt ist es am naheliegendsten, das jüngste Erdbeben als ein Dislokationsbeben anzusprechen, insofern es auf einer Schollenverschiebung an den in seinem Epizentralgebiet vorhandenen Brüchen beruht haben dürfte; und diese Dislokationsbewegungen können sehr wohl als Ausstrahlungen der großen gebirgsbildenden Vorgänge aufgefaßt werden, die am Ende des Eozäns und noch nach der ins Miozän fallenden alpinen Hauptfaltung zur Entstehung der Apenninen führten.

In der Tat sind auch die *Abruzzen* nebst Nachbargebieten ein seismisch sehr reges Gebiet. Wie der von *M. Baratta* verfaßten Chronik der italienischen Erdbeben zu entnehmen ist, fand, abgesehen von zahlreichen örtlich beschränkten Beben, in *Avezzano* selbst ein stärkeres Erdbeben (8 Grad R. F.) auch am 10. April 1885 statt. Die schmale pleistoseiste Zone erstreckte sich damals in südwestlicher Richtung in die *Campagna* hinein. Der geringeren epizentralen Intensität entsprechend war aber auch das Schüttergebiet begrenzter; es lag etwa zwischen den Orten *Gaeta*, *Cassino* und *Isernia* im Süden sowie *Spoleto* und *Viterbo* im Norden. Das Gebiet bei *Sora* wurde im Juli 1873 und im Dezember 1874 von heftigen Beben betroffen. Besonders erwähnenswert aber sind einige Beben der Jahre 1703 und 1706. Am 14. und 16. Januar sowie am 2. Februar 1703



wurden *Umbrien* und die *Abruzzen* von zerstörenden Erschütterungen heimgesucht. Durch das dritte Beben wurde u. a. auch die Stadt *Aquila* (40 km nördlich von *Avezzano*) fast vollständig verwüstet; das Epizentralgebiet des ersten Bebens lag etwas nördlicher bei *Norcia*, das gänzlich zerstört wurde, und die epizentrale Zone des zweiten Bebens zwischen denen der beiden anderen Stöße, indem sie aber deren nördliche bzw. südliche Teile mit umfaßte. Das Beben vom 3. November 1706 ging von der Gegend des Gebirgsstockes der *Majella* (40 km östlich vom *Lago Fucino*) aus. Das Gebiet vollständiger Zerstörung erstreckte sich in nordsüdlicher Richtung durch 70 bis 80 km; in ostwestlicher Richtung war es weniger ausgedehnt, denn schon *Avezzano* erfuhr keinen ernstlichen Schaden mehr.

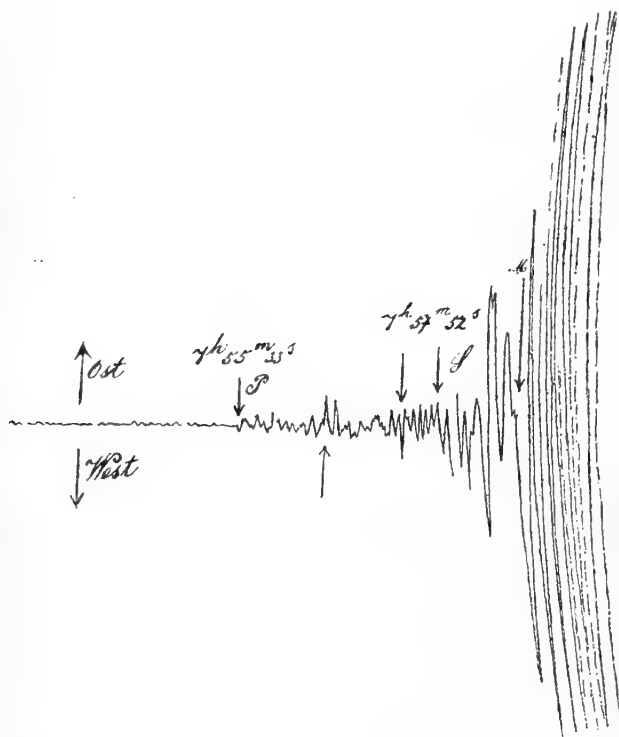


Fig. 1. Hamburger Seismogramm des mittellitalienischen Erdbebens vom 13. Januar 1915. Ost-West-Komponente des astatischen Pendelseismometers nach *Wiechert*.  $\frac{3}{4}$  der ursprünglichen Größe.

Mit der Annahme, daß das Epizentralgebiet des jüngsten Bebens bei *Avezzano* gelegen ist, stimmen sehr gut auch die seismographischen Aufzeichnungen in *Hamburg* überein, von denen die Ost-West-Komponente des astatischen Pendelseismometers nach *Wiechert* hier zum Teil wiedergegeben ist. Aus einem Vergleich der ersten Ausschläge der beiden Horizontalen folgt als Azimut  $S 12^\circ / 13^\circ E$  und aus der Dauer der ersten Vorphase,  $S - P = 2 \text{ min } 19 \text{ sec}$ , ergibt sich eine Epizentraldistanz von 1310 km. Entfernung und Richtung ( $S 12,5^\circ E$ ) führen, zufällig fast genau, nach *Avezzano* in  $42,0^\circ N. Br., 13,4^\circ E. Gr.$

Bei den beiden durch einen Pfeil angedeuteten, zwischen *P* und *S* liegenden Einsätzen handelt es sich vermutlich um das Eintreffen von Reflexionen der longitudinalen ersten Vorläufer (*P*-Wellen). Freilich erscheinen diese Einsätze nicht sehr deutlich, wie auch die Ankunft der transversalen zweiten Vorläufer (*S*-Wellen) in der Regel ausgeprägter ist<sup>1)</sup>. In der 59. Minute treten Bewegungen auf, die bei einer Schwingungsperiode von 8 sec in ostwestlicher Richtung 0,46 mm und in nordsüdlicher Richtung 0,44 mm von einem Umkehrpunkt zum anderen messen. Es entspricht das einer maximalen Beschleunigung der Bodenteilechen in der Horizontale von 0,02 Gal, d. i. ca.  $\frac{1}{50\,000}$  der Beschleunigung der Schwerkraft<sup>2)</sup>. Bei einer eben fühlbaren Erschütterung beträgt die größte Beschleunigung während einer Bodenschwingung nach der absoluten Intensitätsskala von *Cancani* mindestens  $\frac{1}{4}$  Gal, d. i. etwa  $\frac{1}{4000}$  der Schwerkraftbeschleunigung. Nach der Aufzeichnung der Ostwestkomponente wuchs aber die Schwingungsweite noch auf das Doppelte; doch war dann auch die Periode auf 15 sec gestiegen. Eine genaue Ermittlung des Maximums ist indessen in dem vorliegenden Falle deswegen nicht möglich, weil die Pendelmasse infolge der Stärke der Bewegung sehr bald an die Hemmungsschrauben schlug. In den beiden Vorphasen traten wesentlich kleinere maximale Beschleunigungen auf als in der Hauptphase. Erst gegen 11 Uhr waren die elastischen Bodenschwingungen in *Hamburg* ganz ausgeklungen. Zwischen 11,1 Uhr und 11,7 Uhr tauchten aber noch einmal — in den photographischen Registrierungen des Horizontalpendels eben erkennbar — schwache Wellen mit einer Periode von 20 sec auf; es handelte sich dabei teils um diejenigen Oberflächenwellen, welche vom Schüttergebiet auf dem größeren Bogen (38 700 km) nach *Hamburg* geeilt waren, teils um diejenigen Wellen, welche, nachdem sie *Hamburg* auf dem kürzeren Wege (1300 km) erreicht hatten, nun noch wieder die Erde ganz umkreisten. Zu einem einmaligen Umlauf um die Erde benötigen diese Wellen rund 200 Minuten. Ein Vergleich mit den Registrierungen des kalabrisch-sizilianischen Erdbebens vom 28. Dezember 1908 lehrt indessen, daß dieses noch erheblich stärker war als das in Rede stehende Beben.

Nehmen wir das Epizentrum in *Avezzano* ( $42^\circ 02' N. Br., 13^\circ 25' E. Gr.$ ) an, so können wir die Eintrittszeit der Erschütterung hier berechnen, indem wir von der Anfangszeit der Registrierung an einer Station die der Entfernung von *Avezzano* entsprechende Laufzeit der *P*-Wellen in Abzug bringen. Führen wir dies für *Rocca*

<sup>1)</sup> *M* in der Figur, welche eine auf  $\frac{3}{4}$  verkleinerte Pause des Originalseismogramms ist, bezeichnet den Beginn der Maximalbewegung.

<sup>2)</sup> Ein Gal ist die cm-sec-Einheit der Beschleunigung, beträgt also genauer  $\frac{1}{981}$  der Beschleunigung der Schwerkraft, da diese in unseren Breiten gleich  $981 \text{ cm sec}^{-2}$  ist.

di Papa (bei Rom), Pola, Triest, Graz, Wien, Jugenheim (bei Darmstadt), Barcelona und Hamburg aus, so erhalten wir als *Eintrittszeit des Bebens im Epizentrum*:  $7^h 52^m 40^s$  M. E. Z.  $\pm 1,3^s$ . Die Bestimmung ist also, wie der kleine mittlere Fehler zeigt, recht exakt. Die Einzelheiten sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Station	Epizentraldistanz	Beginn der Registrierung	Laufzeit der P-Wellen	Eintrittszeit des Bebens
	km	h m s	m s	h m s
Rocca di Papa...	65	$7\ 52\ 54 \pm 3$	— 9	$7\ 52\ 45 \pm 3$
Pola....	320	7 53 27	— 44	7 52 43
Triest...	400	7 53 39	— 55	7 52 44
Graz....	580	7 53 59	1 20	7 52 39
Wien...	730	$7\ 54\ 16 \pm 1$	1 40	$7\ 52\ 36 \pm 1$
Jugenheim...	940	7 54 45	2 08	7 52 37
Barcelona	940	7 54 45	2 08	7 52 37
Hamburg	1310	7 55 33	2 56	7 52 37

Die geringen Abweichungen der in der letzten Kolonne gegebenen Eintrittszeiten können einerseits darin begründet sein, daß die angenommene Lage des Epizentrums nicht genau richtig ist, werden aber andererseits auch in einer leichten Unsicherheit der benutzten Laufzeiten ihre Erklärung finden. Bemerkenswert ist indessen doch namentlich die schöne Übereinstimmung der Beobachtungen in Wien, Jugenheim, Barcelona und Hamburg, die zugleich geeignet ist, die Präzision zu beleuchten, bis zu welcher die instrumentelle Seismologie allmählich vorgedrungen ist.

## Über Ultramikroskopie und kolloide Lösungen.

Von Dr. W. Bachmann, Göttingen.

(Schluß.)

Wenn wir uns nun im Überblick nach den Unterschieden befragen, die zwischen den sog. „echten“ und den kolloiden Lösungen bestehen, sagen wir also etwa zwischen einer Kochsalz- oder Alaunlösung einerseits und einer Eiweiß- oder Gummilösung sowie einem Goldhydrosol andererseits, so haben wir ja z. B. ein unterscheidendes und sehr wichtiges Merkmal in der Andersartigkeit der Eindampfdruckstände kennen gelernt: wie wir sahen, liefert die Kochsalz- oder Alaunlösung beim Eindampfen Kristalle („kristalloide“ Lösung), die Eiweiß- oder Gummilösung ebenso wie das Goldhydrosol dagegen einen amorphen Trockenrückstand. Zweitens durchdringen die Eiweiß- oder Gummimoleküle ebenso wie die Goldteilchen tierische und pflanzliche Membranen nicht, während die Alaun- oder Kochsalzmoleküle dieselben leicht passieren.

Wir kennen also im ganzen bereits drei Merkmale, die uns anscheinend leicht zwi-

schen Kristalloiden und Kolloiden zu unterscheiden gestatten, nämlich diese: den Tyndalleffekt, die mangelnde Kristallisationsfähigkeit und die mangelnde Membrandiffusibilität der Kolloide gegenüber den Kristalloiden. Allein diese Merkmale sind nicht unbedingte. Über den Tyndalleffekt und seine Bedingtheit bei der Heranziehung als Charakterisierungsmittel der Kolloidlösungen erfuhren wir schon einiges auf Seite 182 und 183. Der Tyndalleffekt muß, wie angedeutet, als sicheres Klassifizierungsmittel versagen bei allen bereits mit Naturnotwendigkeit denkbaren Übergangssystemen zwischen sog. „echten“ und kolloiden Lösungen. Er würde eine sichere Zuordnung nur solcher Glieder der dispersen Systemreihe erlauben, die vom Gebiete jener Übergangserscheinungen möglichst weit entfernt sind. Diese Erkenntnis veranlaßte Wo. Ostwald, den Begriff *Dispersoid* aufzustellen, welcher alle Systeme (Dispersionsmittel + disperse Phase) einschließlich der molekular im Dispersionsmittel zerteilten — hier besser: „gelösten“ — Stoffe umfaßt. Demgemäß begreift man unter Dispersoiden: 1. die groben oder eigentlichen Dispersionen (Suspensionen, Emulsionen usw.), 2. die kolloiden Lösungen, 3. die Molekulardispersoide (z. B. Salzlösungen), wobei der Feinheitsgrad der zerteilten Materie — nach Wo. Ostwald *Dispersitätsgrad* genannt — von 1 nach 3 zunimmt.

Was für den Tyndalleffekt hinsichtlich seiner Bedingtheit als Zuordnungsmittel gilt, gilt ebenso auch von der mangelnden Membrandiffusibilität. Man kann sich die Zerteilung eines Körpers in einem Medium schließlich so weit getrieben denken, daß seine Partikelchen die Membranporen zu passieren vermögen. Beispiele hierfür gibt es. Doch würde es zu weit führen, näher darauf einzugehen.

Endlich ist zur mangelnden Kristallisationsfähigkeit der Kolloide zu sagen, daß es auch echte kolloide Lösungen gibt, welche Kristalle abzuschneiden vermögen.


Mit dieser Abschweifung auf das Gebiet der sog. Unterscheidungsmerkmale zwischen kristalloiden und kolloiden Lösungen verfolgte Verf. den Zweck, den Leser zu überzeugen, daß Kristalloide und Kolloide nicht zwei „verschiedene Welten der Materie“ sind, wie der Begründer der Kolloidchemie Th. Graham noch angenommen hatte, sondern durch zahlreiche, nur graduell unterscheidbare, Übergangsformen verbundene Glieder einer einzigen Systemklasse, der Dispersoide. Dies ist festzuhalten, und wenn man einmal von Unterscheidungsmerkmalen zwischen kristalloiden und kolloiden Lösungen spricht, so können nur jene Unterschiede gemeint sein, welche sich beim Vergleich *typisch* kolloider und *typisch* kristalloider Lösungen ergeben. Und diese haben wir ja kennen gelernt.

Wir wollen uns nochmals daran erinnern, daß wir bei den kristalloiden Lösungen in den mole-

kularen Zwischenräumen des Lösungsmittels kleinere Moleküle oder Ionen, bei den kolloiden Lösungen dagegen sehr große Moleküle (Eiweiß, Leim, Gelatine, Gummi usw.) oder Aggregate von kleineren Molekülen (Goldteilchen usw.), also *Teilchen*<sup>1)</sup>, wie wir sagten, vorfinden. Äußerlich sind kolloide Lösungen von echten, wahren, d. h. also von kristalloiden Lösungen nicht zu unterscheiden. Ja auch in physikalischer Hinsicht ähneln sie den kristalloiden Lösungen in vielen Punkten durchaus: so zeigen sie z. B. in eine sogen. osmotische Zelle gebracht, welche mit einer für sie undurchlässigen Membran bespannt ist, einen eigenen *osmotischen Druck*, wie dieses ja auch die kristalloiden Lösungen tun. Wie bei den kristalloiden Lösungen dieser Druck als eine Folge des Bombardements der *Moleküle* gegen die Zellwand gedacht werden kann, so ist er bei den kolloiden Lösungen eine Folge des *Teilchenbombardements* gegen dieselbe. Lange hielt man Hydrosole vom Typus des kolloiden Goldes für optisch homogen und echt. In dieser Annahme bestärkte die Er-

gebnislosigkeit von mikroskopischen Untersuchungen solcher Hydrosole. Es gelang auf diesem Wege nicht, eine optische Inhomogenität der Lösung zu bemerken, m. a. W. es gelang nicht Einzelheiten nachzuweisen. Dieser Nachweis blieb dem Studium des Tyndallphänomens und dem *Ultramikroskop* vorbehalten, welch letzteres wir in seiner einfachsten Form bereits oben (Fig. 1) kennen lernten. An eine Anordnung solch primitiver Art werden wir naturgemäß keine hohen Ansprüche stellen dürfen. Wir können damit nur Hydrosole, welche aus größeren Teilchen bestehen, optisch auflösen. Für die Auflösung feinerer oder, wie man sagt, *feindisperser* Kolloidlösungen bedarf man eines exakter arbeitenden, weit präziseren Apparates. Einen solchen sehen wir in Fig. 2 schematisch dargestellt.

Lichtquelle ist die Sonne oder eine Bogenlampe. Die gegenüber letzterer etwa 8mal größere Helligkeit der Sonne entscheidet bei feineren Untersuchungen natürlich einzig und allein zugunsten dieser Lichtquelle. Gehen wir in unserer Betrachtung der Fig. 2 auf der optischen Bank *p* von links nach rechts, so bemerken wir an erster Stelle ein gewöhnliches Mikroskop und mit ihm — bei orthogonaler Anordnung der optischen Achsen — zusammenmontiert den Objektiv-Kondensor *K* (gewöhnliches Mikroskopobjektiv), weiterhin das Fernrohrobjektiv *F*<sub>2</sub>, eine (nicht unbedingt erforderliche) Blende *B*, eine Blende *J*, ein Nicolsches Prisma *N* (für die gewöhnliche Untersuchung entbehrlich), den Bilateralspalt *S* und ein weiteres Fernrohrobjektiv *F*<sub>1</sub>; rechts von *F*<sub>1</sub> haben wir uns die Lichtquelle zu denken. In der folgenden Fig. 3 wollen wir uns einmal über den Strahlengang bei der vereinfachten Anordnung (so wie sie gewöhnlich gebraucht wird) klar werden.

Auf dem Spalt *S* wird mit Hilfe des Fernrohrobjektivs *F*<sub>1</sub> ein Bild der Lichtquelle *L* entworfen. Dieser gewissermaßen jetzt selbstleuchtende Spalt, welcher etwa die Form eines  hat, wird weiterhin mittels des Fernrohrobjektivs *F*<sub>2</sub> in der Bildebene des als Kondensor dienenden Mikroskopobjektivs *C* abgebildet (*b*<sub>1</sub>) und von *b*<sub>1</sub> ein abermals verkleinertes Bild *b*<sub>2</sub> im Präparat erzeugt. Auf das letztere winzige Spaltbildchen *b*<sub>2</sub> wird nunmehr das Beobachtungsmikroskop eingestellt. Das Spaltbildchen selbst gelangt nicht zur direkten Beobachtung; sein Bildort stellt vielmehr einen sehr intensiv beleuchteten dünn-schichtigen, blattförmigen Raum (ein horizontales „Lichtblatt“) dar, in welchem die Teilchen einer kolloiden Lösung<sup>1)</sup>, eines Goldhydrosols beispiels-

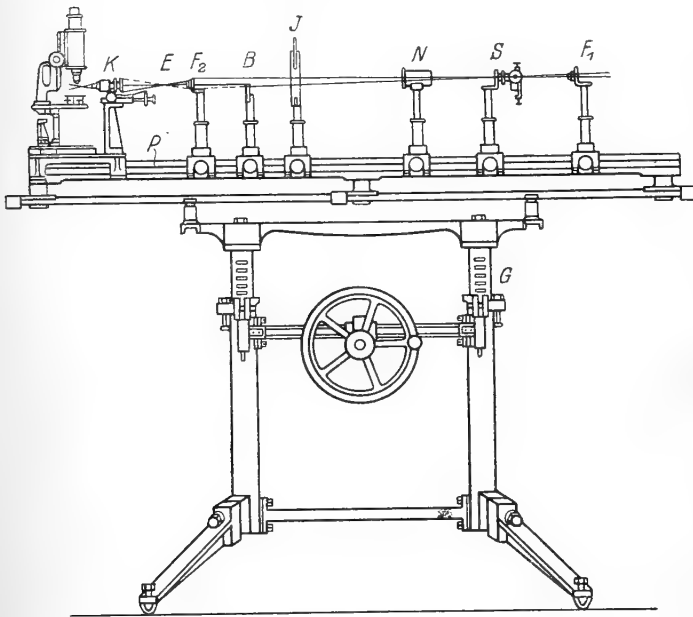


Fig. 2. Spalt-Ultramikroskop nach Siedentopf und Zsigmondy.



Fig. 3. Strahlengang bei der Beleuchtungseinrichtung des Spalt-Ultramikroskops.  
(Auf dem Bildort *b*<sub>2</sub> wird ein gewöhnliches Mikroskop eingestellt.)

<sup>1)</sup> Nach Siedentopf nennt man Teilchen, welche hinsichtlich ihrer Größe unterhalb der Auflösungsgrenze der Mikroskopobjektive liegen, *ultramikroskopisch* bzw. *Ultramikronen*, gleichgültig, ob sie im Ultramikroskop sichtbar gemacht werden können oder nicht. Je nachdem sich das ultramikroskopische Teilchen nun sichtbar machen läßt oder nicht, wird es als submikroskopisch (Submikron) oder als amikroskopisch (Amikron) bezeichnet.

<sup>1)</sup> Die Untersuchungsflüssigkeiten kommen in Glasküvetten mit planparallelen Wänden zur Beobachtung. Diese können entweder in sich geschlossen sein oder, was bequemer ist, nach W. Biltz mit Zu- und Abfluß als sog. Trichterküvetten gebaut werden. (Näheres vgl. R. Zsigmondy, Zur Erkenntnis der Kolloide, Jena 1905, S. 86.) Feste durchsichtige Körper (z. B. Goldrubingläser) müssen planparallel abgeschliffen werden und gelangen auf einem besonderen Tischchen zur Beobachtung.

weise, hell aufleuchten und als Beugungsscheibchen verschiedener Farbe im Beobachtungsmikroskop wahrgenommen werden können; als *Beugungsscheibchen*, nicht als Körperchen mit bestimmten Konturen, weil ihre Dimensionen jenseits des optischen Auflösungsvermögens des Mikroskops<sup>1)</sup> liegen. Ob die Teilchen eines Hydrosols, die materielle Ursache jener Beugungsscheibchen, also Stäbchen oder Kriställchen oder kugel- oder würfelförmige Gebilde sind, immer sehen wir sie als *Scheibchen* abgebildet. Auf diesem Wege können wir i. a. nichts über ihre wahre Gestalt erfahren; wohl aber können wir aus anderen Beobachtungen auf eine etwa vorliegende anisodimensionale Gestalt schließen. Darauf einzugehen, würde hier etwas zu weit führen.

Der Lichtkegel, welchen wir im Gesichtsfeld des *Spaltultramikroskops* wahrnehmen, hat etwa die in Fig. 4 wiedergegebene Gestalt. In seinem

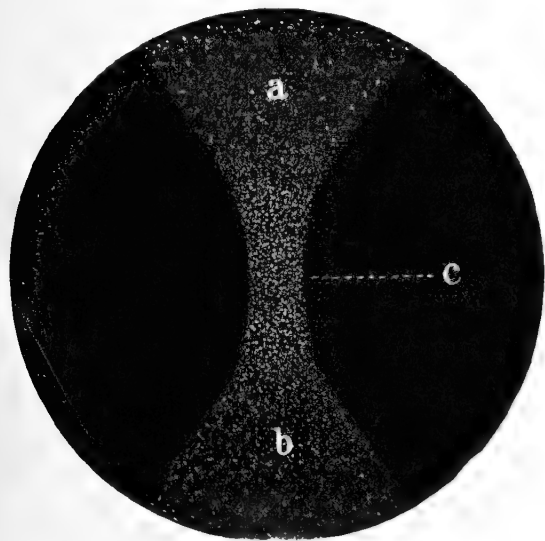


Fig. 4. Ultramikroskopisches Bild des Lichtkegels im Gesichtsfeld des Spalt-Ultramikroskops.  
a und b Öffnung des Kegels, c engste Einschnürung.  
Im Teil c wird beobachtet.

Bereich leuchten die Teilchen einer kolloiden Lösung auf und verraten uns dadurch ihr Vorhandensein. Über die ruhelose „Molekularbewegung“ dieser Teilchen, die sog. Brownsche Bewegung, erfahren wir bereits einiges. Ihr Charakter ergibt sich aus gleichzeitigen oszillatorischen und translatorischen Teilbewegungsformen und kann am besten etwa dem Mückentanz verglichen werden. Auf die Bedeutung dieser eigentümlichen Bewegung in kinetischer Hinsicht wurde bereits verwiesen (Seite 181, 184 und 191).

<sup>1)</sup> Die kleinste durch ein Mikroskop noch auflösbare Distanz ( $\delta$ ) zweier materieller Punkte (Auflösungsvermögen) ergibt sich aus der Beziehung  $\delta = \frac{\lambda}{n \cdot \sin \frac{\omega}{2}}$

worin  $\lambda$  die Wellenlänge der zur Beleuchtung verwendeten Lichtart und  $n \cdot \sin \frac{\omega}{2}$  die numerische Apertur des Beobachtungsobjektivs bedeuten.

Wenn also, wie wir oben sagten, die Dimensionen der Teilchen von Kolloidlösungen ganz erheblich unterhalb des Auflösungsvermögens der Mikroskope liegen, wie werden wir uns dann über die *Größenordnung* dieser diskreten Teilchen unterrichten? Nun, das ist sehr einfach. Wenn wir die Masse der zerteilten Substanz, z. B. des Goldes in einem Goldhydrosol, kennen und die Teilchenzahl in einem okular-mikrometrisch bestimmten (erleuchteten) Flüssigkeitsvolumen ermitteln, so gibt uns unter Annahme einer Kugel- oder Würfelgestalt der Teilchen eine sehr einfache Beziehung Aufschluß über die mittlere Lineardimension der Goldkörperchen; sie lautet bei Annahme einer Würfelgestalt, die meist in erster Annäherung vorausgesetzt wird:

$$1 \text{ (Lineardimension)} = \sqrt[3]{\frac{A}{s \cdot n}} \quad 1).$$

Die kleinsten im Spaltultramikroskop beobachteten Teilchen (im Goldhydrosol  $\text{Au}_{73a}$  [1902]) hatten eine Lineardimension von ca.  $6 \mu\mu$  (6 mal  $10^{-6}$  mm) bei einer Masse von ca.  $4 \cdot 2 \text{ mal } 10^{-18} \text{ gr.}$  Teilchen dieser Größe ließen sich nur unter den besten Bedingungen (hellste Sonnenbeleuchtung) im Spaltultramikroskop wahrnehmen. Ihre Größe übertrifft die mittlere Größe eines Moleküls (ca.  $0,6 \mu\mu$ )<sup>2)</sup> noch immer um das Zehnfache. Da nun die Helligkeit ultramikroskopischer Teilchen mit

<sup>1)</sup> Darin bedeuten  $A$  = Masse der zerteilten Substanz pro Volumeneinheit,  $n$  = Teilchenzahl pro Volumeneinheit,  $s$  das spezifische Gewicht der zerteilten Substanz.

<sup>2)</sup> Zum Vergleich der Größenordnung ultramikroskopischer Teilchen, speziell der Submikronen (vgl. S. 192, Fußnote 1), mit derjenigen anderer mikroskopischer und amikroskopischer (molekularer) Dimensionen, sei folgende Tabelle angegeben:

Objekt	Durchmesser (Länge) in $\mu\mu$ *	Breite in $\mu\mu$	Dicke in $\mu\mu$
Blutkörperchen im Blute des Menschen . . . .	7500		1600
Bruchstücke von Stärkekörnern der Reisstärke (nach von Höhnelt) . .	3000—8000	ca. 1000	
Milzbrandbazillus . . .	4000—5000		
Kugelbakterien . . . . .	500—1000		
Kleinste beobachtete Goldteilchen in den Hydrosolen . . . . .	6—15		
dieselben in absetzender Suspension . . . . .	75—200		
Molekel der lösl. Stärke (nach Lobry de Bruyn) . .	5		
Hämoglobinemolekel . .	2,5		
Chloroformmolekel (Jüger) . . . . .	0,8		
Alkoholemolekel . . . . .	0,5		
Wasserstoffmolekel (O. E. Meyer) . . . .	0,1		

\*  $1 \mu\mu = 10^{-6} \text{ mm} = 1 \text{ Millionstel Millimeter.}$

der sechsten Potenz des Durchmessers abnimmt, so bedürfte es zur Sichtbarmachung der Moleküle selbst, wie eine einfache Rechnung lehrt, einer Lichtquelle von riesenhafter Stärke, gegen welche sich Sonnenlicht wie eine Tranlampe ausnehmen würde.

Man hat es jedoch in der Hand, auf einem anderen Wege die Sichtbarkeitsgrenze für kleine Teilchen zu erweitern, nämlich durch Vervollkommnung der zur Beleuchtung und Beobachtung der Teilchen dienenden optischen Systeme<sup>1)</sup>. Die numerische Apertur, d. h. das Produkt aus dem Brechungsindex des Mediums, in welchem das Objekt strahlt, und dem Sinus des halben Öffnungswinkels ( $n \cdot \sin \frac{\omega}{2}$ ) (gemessen in diesem Medium) gibt uns ein direktes Maß für die Strah-

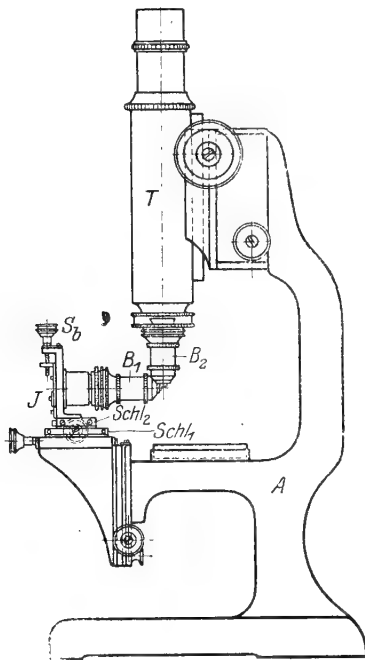


Fig. 5. Immersions-Ultramikroskop.

lenaufnahmefähigkeit eines Systems. Die Helligkeit eines im Ultramikroskop sichtbaren Beugungsscheibchens eines Submikrons ist nun unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen dem Produkt der Quadrate der numerischen Aperturen von Beleuchtungs- und Beobachtungsobjektiv proportional. Diese Tatsache führte zur Konstruktion des neuen *Immersionsultramikroskops*, welches mit Wasserimmersionsobjektiven hoher Apertur und

<sup>1)</sup> Eine Vervollkommnung in dieser Hinsicht bedeutete bereits die Konstruktion sog. Spiegelkondensoren, z. B. des Reichertschen Kondensors, des Kardioid-Kondensors (*H. Siedentopf*) und des konzentrischen Kondensors (*F. Jentzsch*). Diese Dunkelfeldkondensoren eignen sich auch für gewisse Zwecke der Ultramikroskopie recht gut, sollen aber hier nicht besprochen werden, weil sie in ihrem Bauprinzip vom eigentlichen *Ultramikroskop* mit orthogonaler Anordnung von Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung ganz und gar verschieden sind.

daher hoher Auflösungskraft ausgerüstet wurde. Dieses Instrument wurde von *R. Zsigmondy* angegeben und wird von der Firma *R. Winkel G. m. b. H.* (Göttingen) gebaut. Zur Beleuchtung wie zur Beobachtung dienen hier, wie erwähnt, identische Wasserimmersionsobjektive (Fig. 5:  $B_1$  und  $B_2$ ).

Immersionsobjektive höherer Apertur lassen sich, wie aus Fig. 6 ersichtlich, nicht so weit nähern, daß eine Einstellung des Beobachtungsmikroskops auf ein vom Beleuchtungsobjektiv  $B_1$  entworfenen Sonnenbild möglich ist; um dies zu erreichen, mußte ein Teil der Fassung, Frontlinse und Meniskuslinse weggeschliffen und das so geöffnete Objektiv wieder vollkommen flüssigkeitsdicht verschlossen werden. Wenn man zum Verschluß hinreichend dünne Metallblättchen wählt, so lassen sich die Objektive so weit nähern, als zur Einstellung erforderlich ist (Fig. 5). Aus verschiedenen Gründen war auch die Konstruktion eines neuen, diesem Zwecke angepaßten Objektivs hoher Apertur erforderlich.

Das Ultramikroskop ist in seinen wesentlichen Teilen in Fig. 5 dargestellt. Das Beobachtungs-

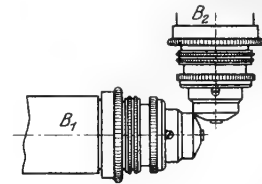


Fig. 6.

objektiv  $B_2$  wird mittels Schlittens am Tubus  $T$  befestigt und kann eventuell durch andere von größerer oder geringerer Brennweite ersetzt werden.

Das Beleuchtungsobjektiv  $B_1$  wird im Schlitten der Justiervorrichtung  $J$  bis zum Anschlag vorgeschoben; es kann leicht mit Hilfe zweier Schlitten  $Schl_1$  und  $Schl_2$  mit Mikrometerschrauben auf die optische Achse des Beobachtungsmikroskops eingestellt werden. Das Stativ  $A$  ist auf einem Eisentisch der optischen Bank befestigt, ähnlich wie beim Spaltultramikroskop (vgl. Fig. 2).

Bei diesem Instrument hat man die Möglichkeit, im *hängenden Tropfen* ohne Küvette zu beobachten. Indessen ist auch eine Küvette besonderer Art zur Aufnahme der Untersuchungsflüssigkeiten für das Immersionsultramikroskop konstruiert worden.

Der Helligkeitsgewinn ist beim Immersionsultramikroskop ein ganz bedeutender und die Sichtbarkeitsgrenze daher wesentlich erweitert. Die orthogonale Anordnung von Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung ist bei dem Instrument beibehalten worden, weil dieselbe wohl das vollkommenste Dunkelfeld gewährleistet. Wie bei dem Spaltultramikroskop, kann auch hier ein Bilateralpalt zur Erzeugung eines optischen Dünnschnittes im Präparat, eines horizontalen



„Lichtblattes“, herangezogen werden. Von diesem Dünnschnitt bekannter Tiefe läßt sich dann mit Hilfe eines Spaltokulars oder eines geeigneten Okularmikrometers<sup>1)</sup> ein erleuchtetes Flüssigkeitsvolumen abgrenzen, in dem die Teilchenzählungen vorgenommen werden, ganz ähnlich wie beim

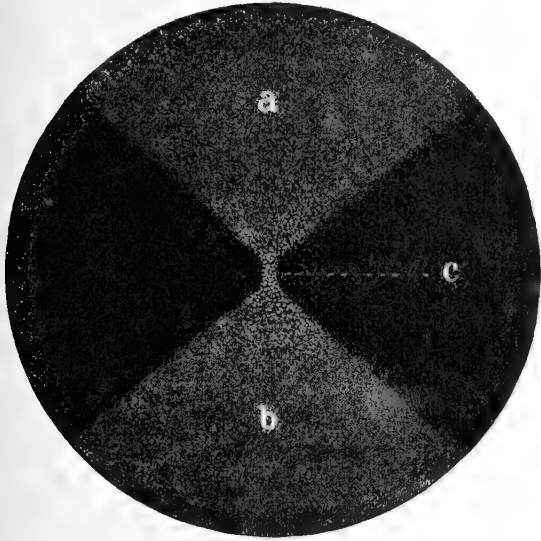


Fig. 7. Ultramikroskopisches Bild des Lichtkegels im Gesichtsfeld des Immersions-Ultramikroskops. Man beachte die größere Kegelöffnung (a u. b), eine Folge der hohen Apertur des Beleuchtungsobjektivs. Die Strahlenaufnahme ist wesentlich gesteigert und die Helligkeit im Teil c dementsprechend größer, als im Kegel der Fig. 4. Im Teil c wird beobachtet.

Spaltultramikroskop. Der Bilateralspalt ist kein unbedingtes Erfordernis bei dem Immersions-Ultramikroskop. Das für die Teilchenzählung okular-mikrometrisch zu ermittelnde erleuchtete Flüssigkeitsvolumen läßt sich auch ohne ihn gut definieren. Es würde zu weit führen, wenn an dieser Stelle das Immersions-Ultramikroskop und seine Handhabung in allen Teilen beschrieben werden sollte. Es mag vielmehr für diejenigen der verehrten Leser, welche das Instrument genauer kennen lernen wollen, auf die bezüglichen Originalarbeiten<sup>2)</sup> verwiesen werden.

## Über neuere Literatur zur Landes- und Volkskunde des Russischen Reiches.

Von Prof. Max Friederichsen, Greifswald.

Es darf als eine der mancherlei erfreulichen Folgen des Weltkrieges angesehen werden, daß in weiteren Volksschichten das schlummernde Interesse an geographischen Dingen neu belebt worden ist.

So wird es denn auch dem Leserkreis dieser Zeitschrift vermutlich willkommen sein, einiges

von neueren deutschen Werken zu hören, welche geographische Aufschlüsse über Land und Leute des mit uns zurzeit in so furchtbarem Kampfe ringenden Russischen Reiches zu übermitteln vermögen.

1. Ich stelle an die Spitze das Werk des Heidelberger Geographen Alfred Hettner, betitelt: Das Europäische Rußland<sup>1)</sup>. Wenn es das erstrebte Ziel einer modern-geographischen Länderkunde ist, in möglichst ursächlich erklärender Darstellung die Eigenart eines Volkes, eines Staates und einer Kultur in ihrer Abhängigkeit vom Boden, dem Klima und allen anderen physisch-geographischen Eigenheiten wiederzugeben, so muß man dieses Ziel als im obigen Buch trefflichst erreicht anerkennen. Alles, was bis zum Jahre 1905 in den Veröffentlichungen von Geographen, Ethnologen, Historikern, Nationalökonomien und Publizisten über Rußland geschrieben worden war und was jeder einzelne dieser Autoren von seinem Standpunkt aus beleuchtet hatte, verstand hier Hettner seinen Absichten dadurch dienstbar zu machen, daß er es vom rein geographischen Standpunkte aus beleuchtete und in streng wissenschaftlich-geographischer Weise verarbeitete. Das Buch hat aus diesem Grunde derzeit berechtigtes Aufsehen erregt. Heute verdient es mit Nachdruck erneut empfohlen zu werden!

2. Da das Hettnersche Buch nur mit den Verhältnissen vor und bis zum russisch-japanischen Kriege 1904/05 rechnet, so bedarf es heute bereits einer ergänzenden Darstellung der für Rußlands Land und Volk so wichtigen Veränderungen seit jenen Kriegs- und Revolutionsjahren, bis hin zur Schwelle des jetzigen Krieges. Diese Ergänzung vermag ein Werk von O. Hoetzsch „Rußland“<sup>2)</sup> zu bieten. Der Verfasser ist Historiker und kein Fachgeograph, er gehört aber zu jener Gruppe von Geschichtsforschern, welche ein volles Verständnis für die vielfach äußerst starke geographische Bedingtheit geschichtlicher Ereignisse besitzen und deren Interesse für geographisch-historische Wechselbeziehungen erheblich hinausgeht über trockene Schlachtort-Topographie oder ähnliche, mehr äußerliche Beziehungen zwischen Geographie und Geschichte. Wenn auch der größte Teil des Buches von Hoetzsch eine kritisch wägende Betrachtung der jüngsten historisch-politischen Ereignisse in Rußland seit der Revolution 1905 darstellt, so wird doch dieser Kern des Werkes von Ausführungen unrahmt, welche jedem Geographen oder geographisch Interessierten viel Beachtenswertes bieten. Dies gilt von den einleitenden Kapiteln (S. 1—56), welche „das Erbteil der Vergangenheit“ behandeln, ebenso sehr wie von den Abschnitten XI und XII, welche die

<sup>1)</sup> Leipzig 1905. B. G. Teubner. Geh. M. 4,—, geb. M. 4,60.

<sup>2)</sup> Eine Einführung auf Grund seiner Geschichte von 1904—1912. Berlin, Georg Reimer, 1913. 2. Auflage in Vorbereitung.

<sup>1)</sup> Z. B. eines solchen mit quadratischer Netzteilung.

<sup>2)</sup> R. Zsigmondy, Physikalische Zeitschrift, 14. Jahrgang (1913) 975—979. — R. Zsigmondy und W. Bachmann, Kolloid-Zeitschrift 14 (1914) 281—295.

große Bedeutung des Nationalitätenproblems und des (vielleicht noch einmal Rußlands Macht verhängnisvoll werdenden) Gegensatzes zwischen Kerngebiet und Grenzmarken scharf herausarbeiten.

3. In ähnlicher Weise wie *Hoetzschs* geographisch fundiertes Geschichtswerk beschäftigt sich die von *Max Sering* unter dem Titel: *Rußlands Kultur und Volkswirtschaft*<sup>1)</sup> herausgegebene Sammlung von Aufsätzen und Vorträgen, vor allem mit den Ergebnissen der jüngsten Umwandlungen im Leben des russischen Volkes seit den Revolutionsjahren 1904/05.

Es handelt sich bei dieser Sammlung um den Abdruck einer Anzahl von Vorträgen, welche zur Vorbereitung auf die im Frühjahr 1912 von der Berliner Vereinigung für staatswissenschaftliche Fortbildung zu Berlin, unter Führung der Professoren *M. Sering* und *Auhagen* unternommene Studienreise nach Rußland gehalten worden waren. Diese Studienreise, an welcher über 100 Personen, meist Richter und höhere Verwaltungsbeamte, teilnahmen, und welche später die Veranlassung wurde für die im Herbst 1913 in Berlin verwirklichte Gründung einer „deutschen Gesellschaft zum Studium Rußlands“, war der deutliche Ausdruck für das redliche Interesse, welches man noch ein Jahr vor dem Ausbruch des Weltkrieges im wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Deutschland an den Kulturverhältnissen im östlichen Nachbarreiche nahm. Besonders die neuen Agrargesetze 1906 und 1910 und deren Wirksamkeit wollte die Studiengesellschaft draußen studieren. Über sie handelt in obiger Aufsatzreihe Prof. Dr. *Auhagen* von der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin und der Revisor der Agrarorganisation in St. Petersburg, *A. Koefoed*, beide auf Grund eingehender Kenntnis der Materie. Da diese Dinge für die Beurteilung der bauerlichen Besiedelungs- und Besitzverhältnisse in Rußland von einschneidendster Bedeutung sind, haben die Ausführungen beider Autoren auch für den Geographen erhebliches Interesse. Noch unmittelbarer sind die Beziehungen zur geographischen Wissenschaft in *Ballods* Aufsatz über die wirtschaftsgeographischen Grundlagen der russischen Volkswirtschaft und in *K. Wiedenfelds* Ausführungen über Rußlands Stellung in der Weltwirtschaft. Wie stark örtlich bedingt die modernen Industrieverhältnisse Rußlands sind, lehren *O. Goebels* Darstellungen über die russische Industrie und die des Sachverständigen beim Kais. Deutschen Generalkonsulat in St. Petersburg *Wossidlo* über die Petersburger Industrie.

Sind die bisher genannten Aufsätze der Seringschen Sammlung, vor allem für wirtschaftsgeographische Studien über das heutige Rußland von Wert, so wird mancher interessante Aufschluß über *Kultur* und politisch-geographi-

sche Beziehungen gegeben in *Holls* Vortrag über die religiösen Grundlagen der russischen Kultur, in *Hoetzschs* kurz zusammenfassendem Referate über die innere Entwicklung Rußlands seit 1905, sowie schließlich in *Brückners* Arbeit über die Bedeutung der neueren russischen Literatur.

4. Letzterer Aufsatz führt hinüber zu einem vierten, unlängst erschienenen und hier kurz zu betrachtenden Werke von *Karl Noetzel* über das heutige Rußland<sup>1)</sup>. Trotzdem dieses Buch im größeren Hauptteil des 1. Bandes, wie vermutlich auch im vollen Umfang der noch zu erwartenden weiteren Bände ein literarhistorisches Werk ist, so darf doch auf dasselbe in diesem Zusammenhang mit Nachdruck hingewiesen werden, weil es einerseits von der richtigen Erkenntnis der Bodenständigkeit der Milieuschilderungen *Tolstojs* ausgeht und andererseits den Dichter als Schilderer russischen Landes und Lebens verstehen lehren will, vor allem aber, weil auch der *Mensch Tolstoi* als Beispiel eines „echten“ Russen mit allen seinen Fehlern und Vorzügen, also als ein Musterbeispiel des Russen überhaupt, als Kind seines Heimatlandes geschildert wird. Diese breite landes- und volkskundliche Grundlage, auf welche der Verfasser sein Werk gründet, veranlaßt ihn, das ganze erste Buch (S. 31—181) als eine *Einführung* in das Thema „*Tolstoi*“ kulturgeographisch zu behandeln. Hier werden die Anlagen des russischen Volkes (vor allem die Gefühlsuntertanschaft des Russen als Grundlage seines Verhaltens zu Mitwelt und Weltall), die „Schicksale“ des russischen Volkes: die orthodoxe Kirche, das Tatarenjoch, der politische Despotismus, die Leibeigenschaft, das soziale Elend, behandelt. Das Fazit dieser Vorbereitung auf *Tolstoi* wird am Schluß in einem zusammenfassenden Kapitel unter der Überschrift „Rußland und wir“ gezogen. Hier arbeitet der Verfasser die großen, nicht zuletzt auch geographisch bedingten Gegensätze zwischen West- und Osteuropa trefflich heraus. Viele Erörterungen dieses ersten Buches von *Noetzels* Werk sind dem Geographen, welcher sich mit den Wechselbeziehungen zwischen Land und Volk (etwa im Sinne *Hettners*) beschäftigt hat, geläufig. Daher wird es ihm doppelt interessant sein, auch im weiteren Verlauf der Lektüre, in Buch II und III, die Belege dafür an den Lebensschicksalen dieses größten russischen Dichters durch die Schilderung von dessen Jugendjahren (1828—48) und Lehrjahren (1848 bis 62) im einzelnen zu erhalten.

5. Weit unmittelbare Beziehungen zur Geographie, vor allem aber zu den kriegerischen Ereignissen der Gegenwart, besitzen zwei weitere Bücher, auf welche hier gleichfalls hingewiesen sei. Es sind: a) *Kurze militär-geographische*

<sup>1)</sup> Berlin und Leipzig 1913. G. J. Goeschensche Verlagsbuchhandlung. Steif geheftet M. 7,25.

<sup>1)</sup> Eine Einführung in das heutige Rußland an der Hand von *Tolstojs* Leben und Werken. I. Teil. Georg Müller, München und Leipzig 1915. Geh. M. 6,—.

*Beschreibung Rußlands* von Hauptmann L. Schmidt<sup>1)</sup>; b) *Durch Armenien und der Zug Xenophons* von Generalleutnant z. D. E. von Hoffmeister<sup>2)</sup>).

Das Schmidtsche Werk ist auf Basis gründlicher Studien der einschlägigen Literatur entstanden und zerfällt in zwei Teile. Im ersten Teil wird ein *allgemeiner Überblick* über Rußland gegeben, und zwar so, daß alle physisch-, wie kulturgeographischen Verhältnisse in knapper Charakteristik des Wesentlichen herauskommen, dabei mit nachdrücklicher Hervorhebung des für einen Kriegsfall Bedeutungsvollen. Im zweiten Teil des Buches werden die *einzelnen russischen Grenzgebiete* in ihrer Eigenschaft als Kriegsschauplätze im europäischen wie im asiatischen Rußland, jedes für sich, gewürdigt. Die Einzeldarstellung behandelt stets nacheinander: Lage und Grenzen, Oberflächengestalt, Flüsse, Sümpfe, Seen, Wälder, Klima, Bevölkerung, Bodenerzeugnisse, Eisenbahnen, Straßen, befestigte Plätze und die gesamte militärgeographische Bedeutung des besprochenen Kriegsschauplatzes. Das unmittelbar vor dem Weltkrieg erschienene Buch wird zu schneller Orientierung bei Verfolgung und richtiger Einwertung der augenblicklichen Kriegsvorgänge auf den russischen Kriegstheatern des östlichen Kriegsschauplatzes gute Dienste leisten.

Zur Einführung in die Eigenart von Land und Volk des augenblicklichen *russisch-türkischen Kriegsschauplatzes in Transkaukasien* verdient das an zweiter Stelle genannte Werk von Hoffmeister das erneute Interesse des heutigen Leserpublikums. Der Verfasser hatte sich gelegentlich einer Reise 1910 zwei militärgeographische Hauptziele gesteckt. Einmal kam es ihm darauf an, das im russisch-türkischen Kriege 1877/78 so bedeutungsvoll gewesene Gefechtsfeld in der Umgegend der Festung Kars in Russisch-Armien zu studieren, andererseits beabsichtigte er, die örtlichen Schwierigkeiten und Verhältnisse des einst unter *Xenophons* Führung ausgeführten Zuges der 10 000 Griechen (401—400 v. Chr.), vor allem im letzten Teil des Riesenreiches, näher zu studieren. Heute sehen wir in denselben Gegenden, welche *Xenophon* durchwanderte, den neuesten Kampf der Türken und Russen entbrannt. Die Feste Kars scheint wiederum die Stelle eines vielleicht dicht bevorstehenden Entscheidungskampfes werden zu sollen. Namen wie die der von Hoffmeister geschilderten Städte: Trapezunt, Erserum, Tiflis, Poti, Batum usw. lesen wir fast täglich in den Zeitungen. Wer ohne Ansprüche an eine tiefer eindringende wissenschaftlich-geographische Analyse von Land und Volk, speziell auch über militärgeographische Dinge aus diesen Gegenden

belehrt sein will, wird in dem als Naturfreund und unverdrossener Wanderer Land und Leute offenen Blicks beobachtenden und schildernden Verfasser einen liebenswürdigen Führer finden. Auch mit Hilfe der hübschen und durchaus Charakteristisches bietenden Bilder wird man sich eine gute Vorstellung von diesen fernen Kriegsschauplätzen des Weltkrieges bilden können.

6. Nicht nur das europäische Rußland, auch sein gewaltig sich dehnendes *asiatisches* Hinterland ist durch diesen Weltkrieg von neuem in Europas Interessenbereich gerückt worden. Daher sei noch auf einige zur Orientierung über *Sibirien* geeignete Neuerscheinungen der deutschen Literatur hingewiesen.

Zunächst ein kleines Werkchen von A. Stirne, *Sibirien*<sup>1)</sup>. Zweck des Verfassers ist es, in gedrängter Kürze ein allseitiges Wesens- und Lebensbild Sibiriens zu geben. Da neben eingehender Landeskenntnis auf Grund eigener Anschauung auch das vorhandene literarische Quellenmaterial verständnisvoll und sorgfältig benutzt worden ist, so gelingt die Erreichung dieses Zieles durchaus. Nacheinander wird behandelt: Geschichte; Bodenbeschaffenheit und Klima; Flora und Fauna; Charakter der Bevölkerung und deren Erwerbstätigkeit; Verkehrswege; Administrative Einteilung, Verwaltung und Städte; Kolonisation.

Wissenschaftlich wertvoller, vor allem auch tiefer in die mit der Landes- und Volksnatur so eng verbundenen kolonisatorischen und volkswirtschaftlichen Probleme eindringend, sind die umfangreichen Studienergebnisse O. Goebels<sup>2)</sup> in seiner: Volkswirtschaft des westbaiskalischen und ostbaiskalischen Sibirien. Man kann beide Berichte wohl als das Wertvollste in letzter Zeit in deutscher Sprache über Sibirien Geschriebene ansprechen. Die gründlichen Erfahrungen und Studien, welche aus diesen Berichten sprechen, bilden auch die Basis für zwei weitere Veröffentlichungen des gleichen Autors: a) Vom Ural bis Sachalin<sup>3)</sup> und b) Über Sibirien nach Ostasien<sup>4)</sup>. Das erste dieser Werke enthält eine treffliche Reihe von Charakterbildern aus dem Leben und Treiben in Sibirien und zeugt von hervorragender Beobachtungsgabe und hoher Darstellungskunst. Es liest sich äußerst amüsant und lehrreich. Das zweite kann als ein Musterbeispiel betrachtet werden, wie ein guter Kenner eines Landes den dasselbe zum ersten Male auf einer Eisenbahnlinie durchfahrenden Fremden in das Verständnis von Land und Leuten einführen soll. Auch hier steckt hinter allem, was gesagt

<sup>1)</sup> Leipzig, O. Wiegand 1912. Geh. M. 2,—.

<sup>2)</sup> Berichte über Landwirtschaft, herausgegeben im Reichsamt des Innern. Berlin, Paul Parey, 1910.

<sup>3)</sup> D. Reimer, Berlin 1913. M. 3,60.

<sup>4)</sup> Hendschels Luginsland Heft 43, Frankfurt a. M. 1914. M. 5,—.

<sup>1)</sup> Berlin 1913, Zuckschwerdt & Co. Geh. M. 3,—.  
<sup>2)</sup> Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1911. Geb. M. 8,—.

oder in wirklich charakteristischen Bildern abgebildet wird, klug beobachtende Landeskenntnis. Das Büchlein ist wirklich ein Führer.

## Der Nährwert des Holzes.

*Aus den Sitzungsberichten der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften.*

In der Sitzung der physikal.-mathem. Klasse vom 11. März 1915 sprach Geheimrat G. *Haberlandt* über eine neue oder wenigstens bisher noch so gut wie gar nicht ausgenützte Möglichkeit, der herrschenden Knappheit an Futtermitteln, eventuell auch an Brotgetreide abzuhelpen. Es ist eine dem Botaniker geläufige, der Allgemeinheit aber nur wenig bekannte Tatsache, daß sich im Holz unserer Laubbäume, weniger in dem der Koniferen, reichlich Nährstoffe finden, die unter gewissen, noch näher zu schildernden Bedingungen zu Futterzwecken, nötigenfalls auch zur Ernährung des Menschen mit herangezogen werden können. Unsere Bäume enthalten besonders im Winter beträchtliche Mengen von Zucker, Stärke und fettem Öl, und zwar hauptsächlich in den Parenchymzellen des Holzes, die als Leitparenchym die wasserleitenden Gefäße begleiten und die sogenannten Markstrahlen aufbauen. Dieser Nährstoffgehalt nimmt im Frühjahr, zur Zeit des Laubtriebes beträchtlich ab, da die Substanzen zum Aufbau der Blätter und neuen Sprosse verwendet werden, doch bleiben immer noch reichliche Mengen der Stoffe in den Ästen und Stämmen erhalten und es setzt schon im Juni eine Neufüllung der Zellen ein, die rasch fortschreitet. Jetzt im März konnte *Haberlandt* z. B. in einer 13jährigen Ulme im sogenannten Splintholz einen Gehalt von 28 Volumprozent Stärke feststellen. Eine Edelkastanie enthält um dieselbe Jahreszeit nach früheren Angaben 21,5 Gewichtsprozent an Kohlehydraten, vornehmlich Stärke, auf 100 Teile Holztrockensubstanz. Der Gehalt an Kohlehydraten sinkt bei dieser Baumart im Mai auf das Minimum von 19,9 % und erreicht im Oktober das Maximum von 26,4 %. Es wurde früher betont, daß die Zahlen sich auf das lebende, gelblichweiße *Splintholz* beziehen. Nur dieses enthält nämlich solche Nährstoffe, wogegen das meist braunverfärbte tote *Kernholz* so gut wie frei von diesen Stoffen ist. Manche Bäume speichern Stärke (so z. B. Buche, Eiche, Ahorn, Pappel, Esche, Erle, Ulme), andere fette Öle (Linde, Birke, Nadelhölzer). Von diesen kommen für Ernährungszwecke vornehmlich diejenigen in Betracht, welche reichlich Splintholz besitzen, am meisten die sogen. „Splintbäume“, die überhaupt kein Kernholz entwickeln, wie die Birke, die Ahornarten, Zitterpappel u. a. Ferner scheiden jene aus, welche schädliche oder bitterschmeckende Stoffe enthalten, so vor allem die Nadelhölzer wegen ihres Harzgehaltes. Ebenso müssen, wenigstens so weit es sich um Gewinnung von Nährstoffen für den Menschen handelt, überall die Rinden vermieden werden, da diese Gerb- und Bitterstoffe enthalten. Betrachten wir nunmehr ausschließlich jene Hölzer, welche sich durch reichen Splintgehalt und Mangel an abstoßenden Stoffen auszeichnen, so wird man *Haberlandt* recht geben, wenn er darauf verweist, daß in Zeiten der Not auf diese bisher nicht ausgenutzten Stoffmengen zurückgegriffen werden könnte, die nach den angeführten Zahlen  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}$  der trockenen Holzmenge ausmachen.

Bei „Fettbäumen“ stellen sich die Zahlen nach den spärlichen bisher veröffentlichten Angaben allerdings etwas weniger günstig.

Von einschneidender Wichtigkeit für die ganze Frage ist es, zu wissen, in welcher Form das Holz geboten werden müßte, damit Tier und Mensch die darin enthaltene Nährstoffmenge ausnutzen könne. Man weiß schon lange, daß im Verdauungskanal der in Betracht kommenden Haustiere, besonders der Wiederkäuer, der größte Teil der pflanzlichen, aus reiner Zellulose bestehenden Zellwände aufgelöst wird und daher die Verdauungssäfte leicht an den Zellinhalt herantreten können. Bei der Verdauung des Menschen werden nur zarte Zellulosewände gelöst, derbe Membranen gehen unverdaut ab, ebenso die in ihnen eingeschlossenen Nährstoffe. Weder Tier noch Mensch vermag hingegen jene Zellwände zu lösen, die verholzt sind, d. h. solche, die wohl auch aus Zellulose bestehen, welche aber durch Einlage der sogenannten Holzstoffe verändert sind. Daher gehen sowohl beim Pferde als auch beim Rind alle verholzten Zellen des Futterstrohs (Hackseils) nach Untersuchungen *Haberlandts* unverdaut ab. Soll also der Nährstoffgehalt der Holzzellen, die insgesamt verholzt sind, erschlossen werden, so ist es notwendig, das Holz so fein zu zermahlen, daß die einzelnen Zellen zertrümmert werden. Beim gewöhnlichen Sägemehl ist das nur zum geringen Teile der Fall, die Zermahlung müßte also noch energischer sein und das Holz bis zur Pulverform zerkleinern.

Die Frage der Ausnutzung des Holzes zu Futterzwecken ist also, nach Ansicht des Referenten, zunächst davon abhängig, ob es möglich sein wird, eine solche Holzvermahlung rasch in großem Maßstab durchzuführen. Nur in diesem Falle könnte vor allem daran gedacht werden, durch Beimengung eines Teiles Holzmehl zu Roggen- und Weizenmehl eine Streckung der Vorräte zu erzielen. Aber auch wenn dies nicht nötig oder nicht möglich sein sollte, muß der Hinweis *Haberlandts* dankbar begrüßt werden, da die Landwirtschaft daraus jedenfalls Vorteile ziehen kann. Sägemehl ist schon wiederholt aushilfsweise zur Viehfütterung herangezogen worden und kann stets als Beimengung verwendet werden (abgesehen von Kern- und Nadelholz), da es auch in gröberer Form noch einen gewissen Nährwert besitzt. Dasselbe gilt von jungen Zweigen, die gleichfalls schon als „Reisigfütterung“ in getrocknetem, zermahlenem Zustande in Verwendung kamen und jetzt, wo Futtermangel herrscht, in möglichst großem Maßstabe verfüttert werden sollten. Da an solchen Zweigen Rinde und Knospen belassen werden können, wächst ihr Nährwert gegenüber reinem Holzmehl noch sehr beträchtlich. Freilich werden sich diese Stoffe nicht als alleiniges Futtermittel bewähren, sondern nur *neben anderen* in Verwendung kommen können, da sonst die Menge der unverdaulichen Ballaststoffe im Vergleich zu den Nährstoffen eine zu große wird. Besonders werden solche Futtermittel dann in Betracht kommen, wenn es sich darum handelt, die Tiere schlecht und recht so lange weiter zu füttern, bis wieder günstigere Futterverhältnisse herrschen und so den Viehstand zu erhalten. Nach Ansicht des Referenten müßte auch in ausgedehntem Maße zur *Laubfütterung* geschritten werden, die in kurzer Zeit möglich sein wird und sicherlich einen guten Ersatz bietet, ohne die Wälder nennenswert zu schädigen.

*Guttenberg, Dahlem.*

## Kleine Mitteilungen.

**Kohlensäure als Pflanzendünger.** Einer der wichtigsten Pflanzennährstoffe ist bekanntlich die Kohlensäure, die die Pflanzen in riesigen Mengen der sie umgebenden Luft entnehmen. Trotzdem erfährt der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre, der nur 0,03 % beträgt, im ganzen keine Abnahme, da durch die Atmung von Menschen und Tieren sowie durch die Verbrennung von Kohle und anderen Brennstoffen Kohlensäure ständig neu gebildet wird. Während man nun dem Ackerboden, um seinen Ertrag zu steigern, schon seit vielen Jahrzehnten Stickstoff, Phosphor und Kali in großen Mengen künstlich zuführt, hat man bisher noch kaum daran gedacht, den Pflanzen die für ihr Gedeihen ebenso wichtige Kohlensäure in höherem Maße, als die Natur dies tut, zuzuführen. Versuche in dieser Richtung wurden zuerst vor wenigen Jahren von *Hugo Fischer* angestellt. Er beobachtete das Verhalten verschiedener Pflanzen in einer mit Kohlensäure angereicherten Atmosphäre und konnte hierbei eine so wesentliche Steigerung der Pflanzenentwicklung, namentlich ihrer Blühwilligkeit, feststellen, daß eine künstliche Düngung mit Kohlensäuregas wohl Aussicht auf Erfolg hat. Allerdings bietet diese Aufgabe, wenn man von Gewächshäusern absieht, in technischer Hinsicht große Schwierigkeiten. Denn trotzdem die Kohlensäure schwerer als Luft ist und somit zu Boden sinkt, könnte infolge der ständigen Luftbewegungen, wenn man etwa die Luft über einem Getreideacker mit Kohlensäure anreichern wollte, nur ein sehr geringer Teil des zugeführten Gases von den Pflanzen wirklich verwertet werden. Dennoch verdient dieses Problem unsere Beachtung, und es ist nur erwünscht, wenn die bisher hierüber vorliegenden Ergebnisse durch weitere Versuche ergänzt werden.

Recht wertvolle Beobachtungen auf diesem Gebiete machten in letzter Zeit *R. Klein* und *E. Reinau*, worüber sie in der *Chemiker-Zeitung* 1914, S. 545 bis 547, berichten. In einem mit Blattpflanzen besetzten Treibhaus reicherten sie die Luft bis zu einem bestimmten Betrag mit Kohlensäure an und beobachteten deren Abnahme in bestimmten Zeitabständen. Es wurde hierbei festgestellt, daß der Kohlensäuregehalt der Luft sehr schnell abnimmt und zeitweise beträchtlich unter den als konstant angesehenen Betrag von 0,03 % sinkt. Diese im Treibhaus gemachte Beobachtung fanden *Klein* und *Reinau* auch im Freien, in der Nähe einer Baumschule und Blumenzüchtereier, bestätigt, denn hier konnten sie wiederholt feststellen, daß der Kohlensäuregehalt der Luft nur ein Zehntel der Norm betrug. Aus der großen Avidität der Pflanzen gegenüber der Kohlensäure zogen sie den Schluß, daß Pflanzenkulturen künstlich zugeführte Kohlensäure mit großem Appetit verzehren und gut gedeihen werden. Durch Versuche im großen wurde die Richtigkeit dieser Ansicht bestätigt; hierbei ergab sich ferner, daß die Kohlensäuredüngung sowohl technisch durchführbar als auch rentabel ist.

Die Versuche wurden in einem Treibhaus angestellt, das durch eine gasdichte Scheidewand in zwei gleich große und denselben klimatischen Verhältnissen ausgesetzte Teile getrennt wurde. In beide Hälften wurde eine gleiche Anzahl verschiedener Blattpflanzen von annähernd gleichstarkem Wuchs und möglichst gleicher Blätterzahl gebracht, sodann wurde in die eine Hälfte des Treibhauses zweimal täglich Kohlensäure (aus Bomben) eingeleitet, und zwar jeweils etwa 150 l, d. h., bis zu einem Gehalt

von 0,35 bis 0,45 %  $\text{CO}_2$ . Nach Verlauf von sieben Wochen wurden die Versuche abgebrochen, da die Pflanzen verkaufsfähig waren. Dabei ergab sich ein meist um das Doppelte gesteigertes Wachstum. Die Zahl der Blätter nahm bei den mit Kohlensäure behandelten Pflanzen rasch zu und die Pflanzen unterschieden sich auch durch ihr frisches Grün deutlich von den nicht mit Kohlensäure behandelten Stöcken.

Ist somit die Frage der Kohlensäuredüngung, soweit es sich um Treibhäuser handelt, gelöst, so dürfte es infolge des starken Bestrebens der Pflanzen, sich der Kohlensäure zu bemächtigen, auch im Freien wohl möglich sein, die Kohlensäuredüngung mit Erfolg anzuwenden. Ein gangbarer Weg wäre die Sättigung des zum Sprengen oder Begießen der Pflanzen verwendeten Wassers mit Kohlensäure. Auf diese Weise könnte den Pflanzen schon die hinreichende Menge Kohlensäure zugeführt werden, die bei der Aufnahme des Wassers gasförmig entbunden wird, und zwar so allmählich, daß sie ohne große Verluste von den Pflanzen verwertet werden kann. S.

**Zwei wenig bekannte Eigenschaften der Käse.** Soweit es überhaupt zu geschehen pflegt, werden alle Nahrungsmittel nur nach ihren leicht verdaulichen Mengen an Eiweiß, Fett und kohlenstoffhaltigen Verbindungen (den sog. Kohlehydraten u. a.) bewertet. Die oft hervorragenden, besonderen Eigenschaften der Nahrungsmittel werden höchst selten beachtet, mögen sie auf besonderen chemischen Stoffen (wie manchen wichtigen Erdsalzen: Kalk-, Eisenverbindungen und anderen) beruhen oder mit der Wirkung von mancherlei Kleinlebewesen zusammenhängen. Und doch sind diese besonderen Wirkungen, die gleichfalls auf inneren Eigenschaften der Nährstoffe fußen, für unser Wohlergehen oft viel wichtiger, als die eigentlichen Nährstoffe oder deren gegenseitiges Verhältnis. So gilt der Genuß von Käse von jeher als sehr gesund; er ist aber noch viel zu wenig bekannt und gewürdigt, zumal in den jetzigen Kriegszeiten. In den meisten Käsen haben wir zunächst die wertvollsten Bestandteile der Milch, nämlich Eiweiß und Butterfett in sehr verdickter Form. Der Käse hat also von vornherein als Nahrungsmittel eine ganz vorzügliche Zusammensetzung, wenn diese auch je nach den einzelnen Arten oft erheblichen Schwankungen unterworfen ist. Manche Gründe sprechen nun sehr dafür, daß die gute Bekömmlichkeit des Käses nicht nur auf seiner günstigen chemischen Zusammensetzung, sondern zum großen Teil auch auf seinem Gehalt an nützlichen Kleinlebewesen beruht. Diese Arten, besonders solche im Emmenthaler Käse und ähnlichen Käsearten, ähneln in ihrer Wirkung außerordentlich den Milchsäurebakterien, die in allerlei Sauermilcherzeugnissen, wie Kumys, Kefir und nach neueren Mitteilungen von Prof. Dr. R. Burri besonders auch im Yoghurt eine wesentliche ähnliche Rolle spielen. Vor allem können gewisse unliebsame Fäulnisvorgänge durch die genannten Kleinlebewesen weitgehend unterdrückt oder in ihrer Wirkung wenigstens erheblich abgeschwächt werden. Käseessende Menschen werden ebenso wie Kefir und Yoghurt bzw. Sauermilch genießende Menschen manchen Darmkrankheiten, wie der Ruhr und dem bösartigen Nervenfieber (Typhus), die durch besondere Bakterienarten ausgelöst werden, meist recht kräftigen Widerstand leisten können.

Im schweizerischen Heere sind nach *Burris* Mitteilungen die täglichen Fleischmengen bereits etwas gekürzt und durch Käse ergänzt worden. Diese Maßnahme



soll sich sehr gut bewährt haben. Weiterhin darf beim Käsegenuß nicht übersehen werden, daß man in ihm meist auch noch einen großen Teil des in der Milch enthaltenen reichlichen Calciums dem Körper zuführt. Eine erhöhte Kalkzufuhr bzw. eine *genügende* Zufuhr an Kalk ist aber nach den neueren Forschungen der Münchener Professoren *Emmerich* und *Loew* nicht nur für Kranke und Genesende von hoher Bedeutung, sondern auch für gesunde Menschen als Vorbeugungsmittel sehr wichtig. Zugleich werden andere Nährstoffe bei ausreichender Kalkzufuhr viel besser ausgenutzt. Es kann also an solchen ohne Bedenken gespart werden. Infolge ihrer Herstellungsart haben manche Käsearten nur noch einen verhältnismäßig geringen Kalkgehalt. Wie man jetzt in manchen Städten schon ein besonderes Calciumbrot nach den Vorschlägen von *Emmerich* und *Loew* bäckt und damit sehr gute Erfahrungen gemacht hat, so könnte man vielleicht auch sehr vorteilhaft in *kalkarmen* Käsesorten den Kalkgehalt durch Zusatz von Chlorcalcium oder von milchsaurem Kalk (in geeigneter Menge) zu erhöhen suchen. Es dürfte dies um so eher möglich sein, als man bei der Gewinnung von Käse aus *erhitzter* Milch (deren Gerinnungsfähigkeit durch das Erhitzen stark leidet oder gar aufgehoben werden kann) nach *Klein* und *Kirsten* (vgl. *J. König*, die Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel Bd. II, S. 700) nur etwas Chlorcalcium zuzusetzen braucht, um die verminderte Gerinnungsfähigkeit wieder herzustellen. Man pflegt also in manchen Fällen tatsächlich schon lösliche Kalksalze bei der Käsegewinnung zuzusetzen. Es wäre auf deren etwaige bessere Bekömmlichkeit zu achten. — Wenn es inzwischen nicht schon geschehen sein sollte, so würden ähnliche Versuche, wie im schweizerischen Heere, einen Teil der üblichen Fleischmengen durch Käse zu ersetzen, auch in unserem Heere zweifellos sehr vorteilhaft sein. In allen Bevölkerungsschichten wäre ein *verstärkter* Genuß von Käse und Sauermilch neben den erheblich teureren, sauermilchähnlichen Erzeugnissen Kefir und Yoghurt u. a. jedenfalls freudig zu begrüßen, besonders seitens der städtischen Bevölkerung. Wenn auch nicht alle hier erwähnten oder ange deuteten Erwartungen erfüllt werden und wenn wenigstens, besonders bei den Städtern, nur der Sinn für manche einfacheren Nahrungsmittel wieder geweckt werden sollte, so ist damit immerhin schon ein wichtiger Schritt vorwärts getan im Sinne einer Rückkehr zu einfacherer, mehr naturgemäßer Lebenshaltung als Spenderin von Gesundheit und Kraft. *B. H.*

*Schulz* (Ber. deutsch. bot. Ges. 1914, p. 633—638) hat *Getreidereste aus dem Mittelalter* untersucht, es handelte sich dabei um verkohlte Reste aus drei Burgruinen des Saalegebiets: aus der Ruine der Kyffhäuserburg im Kyffhäusergebirge, aus der Ruine der Burg von Burgheßler in der Finne bei Bad Kösen a. d. Saale und aus der Ruine der Altenburg in Merseburg. Die Reste aus der Kyffhäuserburg sind bei einer Zerstörung der Burg, wahrscheinlich im 12. Jahrhundert, verkohlt, diejenigen aus der Burg von Burgheßler müssen, da diese 1342 eingäschert worden ist, aus der Zeit vor 1342 stammen, die Reste aus der Altenburg endlich wurden in einer Herdstelle gefunden, von der man auf Grund von Gefäßscherben, die in und bei ihr lagen, annehmen muß, daß sie von Slawen benutzt worden ist und aus der Zeit vor 900 n. Chr. stammt. Die Getreidereste aller drei Burgruinen erwiesen sich

durchweg als Früchte von *Roggen*, *Secale cereale*, und von *Zwergweizen*, *Triticum compactum*. Zwischen dem Getreide der Burg von Burgheßler waren auch einige Samen der Kornrade, *Agrostemma Githago*, vorhanden. Der sehr kleinfrüchtige Zwergweizen muß zu dem von *Buschan* beschriebenen „Kugelweizen“, *Triticum compactum* var. *globiforme*, gerechnet werden. Nach Ansicht von *Schulz* ist es auch wahrscheinlich, daß der übrige bis jetzt bekannte, aus der prähistorischen Zeit und der historischen Zeit bis zum Mittelalter stammende Zwergweizen zu *Buschans* Kugelweizen gerechnet werden muß, so daß dieser den gesamten uns bekannten Zwergweizen der prähistorischen und der historischen Zeit bis zum Mittelalter einschließlich umfassen würde. Ob der Zwergweizen dieses langen Zeitraums in verschiedene scharf getrennte Formen zerfällt, läßt sich zurzeit noch nicht entscheiden. *K. T.*

**Über die Veredlung der Weinrebe.** Die Erzeugung von veredelten Reben, besonders auf amerikanischer Unterlage, hat zuerst in Frankreich, bald aber auch in anderen weinbautreibenden Ländern einen großartigen Aufschwung genommen. Die veredelten Weingärten spielen heutzutage im Wirtschaftsleben der betreffenden Länder eine wichtige, oft maßgebende Rolle. Man muß zugeben, daß das Veredeln der Reben schließlich auch von einem wirtschaftlich bedeutenden Erfolge gekrönt worden ist. Wer aber mit dem Weinbaubetriebe in Berührung gelangt und in ständiger Fühlung bleibt und dabei einen tieferen Einblick in alle Verhältnisse gewinnt, der weiß auch, daß trotzdem auch starke Mißerfolge zu verzeichnen sind. Die Mißerfolge treten schon in den amerikanischen Muttergärten ein, setzen sich im ganzen Betriebe der Rebenveredlung fort und wirken geradezu verheerend, wenn sie im fertigen veredelten Weingarten Jahr für Jahr sich wiederholen. Die Ursachen der Mißerfolge können nur durch wissenschaftliche Untersuchungen und durch eine ständige Fühlung mit dem Großbetriebe aufgedeckt werden. Über die einschlägigen Fragen gibt uns Dr. *J. Bernatzky* im Jahresberichte der Vereinigung für angewandte Botanik (Bd. XI, S. 60—79) einen wertvollen Bericht. Nach allen bisherigen Erfahrungen stellt sich jedenfalls heraus, daß das im größeren Betriebe angewandte Verfahren der Rebenveredlung nicht immer das richtige ist. *B. H.*

**Die Holzansteckung durch Hausschwamm** (*Merulius lacrymans*). Im Jahresbericht für angewandte Botanik (Bd. XI, S. 106—116) wird von Prof. Dr. *C. Wehmer* über seine Holzansteckungsversuche mit Hausschwamm berichtet. Nach den bisher erzielten Ergebnissen wird *gesundes* Holz unter *natürlichen* Bedingungen anders, als durch auswachsendes Luftmycel des gefürchteten Pilzes *nicht* angesteckt. Alle bisherigen diesbezüglichen Versuche des Verf. sind ergebnislos verlaufen. Nach *Wehmer* dürfte der Pilz so gut wie ausschließlich durch Übertragung lebender Hyphen in krankem Holze, unter Umständen auch durch Stränge, nicht aber durch bald absterbende Mycelteile oder gar durch Sporen verbreitet werden. In der Hauptsache wäre dies nach *Wehmer* zugleich die heute noch gültige Ansicht. Eine besondere Empfänglichkeit des Holzes für Hausschwamm durch vorherigen Befall durch andere Pilze (wie solche *Falk* und andere Forscher annehmen) hält Verf. kaum für wahrscheinlich. *B. H.*

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 16.

16. April 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Über die Theorie der Erdbebenwellen. Von *Prof. Dr. M. P. Rudzki, Krakau.* S. 201.

Die neueren Untersuchungen über die kleinsten Organismen des Meeres. Von *Dr. J. Schiller, Wien.* S. 204.

### Besprechungen:

*Henning, Hans,* Ernst Mach als Philosoph, Physiker und Psycholog. S. 208.

*Poincaré, Henri,* Letzte Gedanken. S. 208.

*Katz, D.,* War Greco astigmatisch? S. 209.

*Dinter, K.,* Neue und wenig bekannte Pflanzen Deutsch-Südwest-Afrikas unter besonderer Berücksichtigung der Succulenten. S. 209.

*Seifert, Otto,* Die Nebenwirkungen der modernen Arzneimittel. S. 210.

*Spalteholz, Werner,* Über das Durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten und seine theoretischen Bedingungen. S. 210.

*Brun, Rudolf,* Die Raumorientierung der Ameisen und das Orientierungsproblem im allgemeinen. S. 210.

*Ehrenbaum, E.,* Über Küstenfische von Westafrika, besonders von Kamerun. S. 211.

### Zeitschriftenschau:

Zeitschrift für Elektrochemie. S. 211.

Zeitschrift für Instrumentenkunde. S. 212.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 212.

Geographische Zeitschrift. S. 212.

Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik. S. 212.

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

## Chemiker-Kalender 1915

Herausgegeben von

**Dr. Rudolf Biedermann**

XXXVI. Jahrgang

**In zwei Bänden**

In Leinwand gebunden Preis zusammen M. 4.40

In Leder gebunden Preis zusammen M. 5.40

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 18 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Zwanglose Abhandlungen aus den Grenzgebieten der Pädagogik und Medizin

Herausgegeben von

**Th. Heller** und **G. Leubuscher**

Wien

Meiningen

Vor kurzem erschienen:

Heft 4:

## Die wichtigsten chronischen Krankheiten des Schulkindes und die Mittel zu ihrer Bekämpfung

Mit besonderer Berücksichtigung der Tuberkulose

Von

**Dr. Gustav Poelchau**

Schularzt in Charlottenburg

Preis M. 3.60

Heft 5:

## Gesundheit und Nachwuchs

Von

**Leo Burgerstein**

in Wien

Preis M. 1.20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

16. April 1915.

Heft 16.

## Über die Theorie der Erdbebenwellen.

Von Prof. Dr. M. P. Rudzki, Krakau.

Abgesehen von einer dünnen, aus weichen Bodenarten bestehenden äußersten Hülle ist die Erdrinde teils aus geschichteten, sedimentären, teils aus massigen vulkanischen Gesteinen, somit aus festen Stoffen zusammengesetzt. Darunter befinden sich andere, der unmittelbaren Anschauung unzugängliche Gesteine, von denen wir recht wenig wissen. Wir wissen nicht einmal, ob unsere gemeingeläufigen Vorstellungen vom Zustand der Stoffe, ob die Bezeichnungen „fest, flüssig, gasförmig“ auf jene Gesteine anwendbar sind. Doch wissen wir ganz bestimmt, daß in großen Tiefen der Stoff äußerst zusammenge-drückt ist und daß infolgedessen seine Eigenschaften in gewissen Beziehungen denjenigen fester Körper ähnlich sein müssen. Außerdem ist uns eine Reihe von Erfahrungstatsachen bekannt, welche beweisen, daß Schwingungen durch das Erdinnere, wahrscheinlich selbst durch das Zentrum der Erde fortgepflanzt werden.

Die Gesamtheit der Gesteine bildet ein nicht-homogenes Ganzes. Einzeln genommen sind die der Beobachtung zugänglichen Gesteine mit seltenen Ausnahmen anisotrop. Um nicht mißverstanden zu werden, fügen wir sogleich hinzu, daß damit nur die Isotropie resp. Anisotropie „grosso modo“ gemeint ist. Der kristalline Bau, die Zusammensetzung aus kleinen Kristallen verschiedener Mineralien kommen gar nicht in Betracht, indem die Dimensionen der Kristalle im Vergleich zu denjenigen der Wellen ganz verschwindend sind. Für uns sind nur diejenigen physischen Eigenschaften von Bedeutung, welche große Gesteinsblöcke etwa in bautechnischen Experimenten aufweisen. — Daß geschichtete Gesteine anisotrop sind, kann niemandem auffallen; daß aber vulkanische Gesteine auch mit wenigen Ausnahmen anisotrop sind, das hätte nicht jedermann erwartet. Doch sprechen unzählige Experimente dafür. Wo liegt nun die Ursache?

Man kann zwei Ursachen anführen. *Erstens* muß die Schwerkraft eine gewisse vorherrschende Orientation der Kristalle bedingen, während das Magma sich noch im geschmolzenen Zustand befindet. *Zweitens* ist der Druck, welchem die Gesteine nach dem Erstarren ausgesetzt sind, in verschiedenen Richtungen verschieden. — Wenn ein Gestein Millionen von Jahren verschiedenen Drücken in verschiedenen Richtungen ausgesetzt ist, dann müssen seine physischen Eigenschaften davon beeinflußt werden; es muß eine Anisotropie entstehen. Der Einfluß der ungleichmäßigen

Drücke ist in seinen Folgen um so komplizierter, als gleichzeitig mit den säkulären Deformationen auch die Druckverteilung in der Erdrinde und im Erdinneren variiert.

Rücksichtlich der „Drücke“ im Erdinneren muß man aber wohl merken, daß die drei normalen Hauptdrücke (im Sinne der Elastizitätstheorie) zwar mit wachsender Tiefe auch wachsen, doch die Differenzen unter ihnen bei weitem nicht im selben Grade zunehmen. Die Verhältnisse zwischen den Druckdifferenzen und den normalen Drücken, ferner die Verhältnisse zwischen den Tangential- und den Normaldrücken nehmen mit wachsender Tiefe ab. Infolgedessen muß auch die Anisotropie der Gesteine im großen und ganzen mit wachsender Tiefe abnehmen.

Es ist bekannt, daß in einem anisotropen Medium jeder Stoß im allgemeinen drei Wellen<sup>1)</sup> erzeugt und daß die Deformation eines Elementes beim Vorübergang einer Welle zugleich in einer Dilatation und einer Torsion besteht<sup>2)</sup>. Damit die Dilatation sich von der Torsion trenne, damit eine der drei Wellen zu einer rein dilatationalen und die beiden anderen zu rein torsionalen werden, müssen unter den elastischen Konstanten des Mediums gewisse besondere Beziehungen bestehen, die aus der elastischen (älteren) Lichttheorie wohlbekannt sind. Während sie aber dort notwendig sind, weil man die dilatationale Welle, welche jeder Erfahrung widerspricht, unbedingt los werden muß, haben wir hier in der Theorie der Erdbebenwellen keinen Grund zu einer derartigen Annahme.

Die Gestalt der elastischen Welle hängt von der Anzahl und Größe elastischer Konstanten, welche im betreffenden elastischen Potential enthalten sind, ab. Es liegt nahe, zuerst ein transversal-isotropes Medium, dessen Potential fünf voneinander unabhängige Konstanten enthält, zu untersuchen, indem geschichtete Gesteine diese Art der Anisotropie häufig aufweisen dürfen. Ein solches Medium hat in allen zu einer gewissen Ebene parallelen Richtungen dieselben elastischen Eigenschaften, aber in der zur Symmetrieebene senkrechten Richtung hat es andere Eigenschaften<sup>3)</sup>. — Es ist klar, daß in einem solchen Medium die elementare Wellenfläche eine Rotationsfläche sein muß. Sie zerfällt in drei Schalen, von denen

<sup>1)</sup> In isotropen Medien nur zwei.

<sup>2)</sup> In isotropen Medien ist die erste Welle dilatational, die zweite torsional. Diese Sätze gelten übrigens nur dann, wenn die Schwingungen verschwindend klein sind im Vergleich zu der Länge der Wellen.

<sup>3)</sup> Näheres darüber in „Parametrische Darstellung“ usw.“ Anzeiger der k. k. Akademie der Wiss. Krakau, Reihe A, Jahrgang 1911, S. 503—506.

eine immer ein Rotationsellipsoid ist und die beiden anderen eine mehr komplizierte Gestalt haben, indem die gemeinschaftliche Gleichung ihrer Meridianschnitte von zwölfter Ordnung ist. Eine genaue Erforschung ihrer Gestalt setzt die Kenntnis der numerischen Werte elastischer Konstanten voraus. Leider gibt es kein Gestein, für welches die sämtlichen fünf Konstanten bekannt wären. Man muß sich damit begnügen, die Konstanten eines Minerals, des Berylls, die seinerzeit von W. Voigt bestimmt wurden, als Grundlage der Rechnung zu nehmen. Es zeigt sich, daß die zweite Schale eine ziemlich sonderbare Gestalt hat, nämlich sieht ihr Meridianschnitt folgendermaßen aus. Man könnte gewisse Zweifel an der

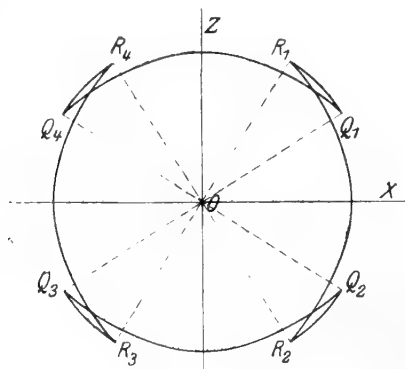


Fig. 1.

physischen Möglichkeit solch einer Form der Wellenfläche hegen. Doch fallen die Bedenken bei einer näheren Betrachtung weg. Nehmen wir wieder den Meridianschnitt! Man kann sagen, daß das Stück  $R_1Q_1$  durch das Strahlenbündel erzeugt wird, welches von den Strahlen  $OR_1$  und  $OQ_1$  begrenzt ist. Auf gleiche Weise werden die Stücke  $R_2Q_2$  usw. erzeugt. Ferner wird das Stück  $R_1R_2$  durch das Strahlenbündel  $R_1OR_2$  erzeugt, das Stück  $Q_1Q_4$  durch das Strahlenbündel  $Q_1OQ_4$  usw. usw. Es gibt nichts Unmögliches, Unnatürliches in der Fortpflanzung dieser Strahlenbündel; es zeigt sich aber, daß in gewissen Richtungen eine und dieselbe Welle drei rasch hintereinanderfolgende Stöße erzeugen kann.

Der dritte Zweig der Meridiankurve ist ein Oval so, daß die entsprechende dritte Schale einem Rotationsellipsoid ähnlich aussieht. Doch ist natürlich ihre Krümmung eine andere.

Schließlich lohnt es sich, hervorzuheben, daß die dritte Schale die beiden anderen umgibt, also die entsprechende Welle den beiden anderen vorangeht. Andererseits berühren die erste und die zweite Schale einander auf der z-Achse, außerdem können sie einander in anderen Punkten schneiden so, daß die entsprechenden Wellen in gewissen ausgezeichneten Richtungen mit derselben, in allen übrigen mit einer nicht besonders verschiedenen Geschwindigkeit fortgepflanzt werden.

Zum besseren Verständnis des Gesagten möge die nebenstehende Figur, in welcher die sämt-

lichen drei Zweige des Meridianschnittes nebeneinander gezeichnet sind, dienen. Die Zeichnung enthält nur einen Quadranten, indem die übrigen auf Grund der Symmetrie leicht ergänzt werden können.

Dieselben Methoden, welche zur Erforschung der Wellenfläche in einem transversal-isotropen Medium gedient haben, können auch auf andere Fälle angewandt werden. Im oben zitierten Aufsatz im Jahrgang 1911 des „Krakauer Anzeigers“ habe ich fertige Formeln gegeben, die sich auf die Wellenfläche in einem Medium mit drei Symmetrieebenen beziehen. Doch kann man vorläufig dieselbe nicht berechnen, weil Anhaltspunkte zur Bestimmung der neun für ein solches Medium charakteristischen elastischen Konstanten fehlen. Doch reicht das Beispiel des transversal-isotropen

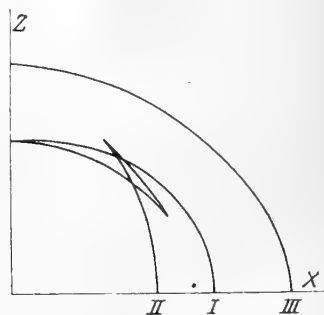


Fig. 2.

Mediums schon aus, um zu zeigen, daß man bei der Fortpflanzung der Wellen in anisotropen Medien ganz besonderen Formen der Wellenfläche und überhaupt ganz besonderen Erscheinungen begegnen kann.

Neben der Erforschung der Form der Wellen wäre noch die Wellentheorie in zwei Richtungen zu ergänzen. Erstens gelten die fundamentalen Differentialgleichungen der klassischen Elastizitätstheorie eigentlich nur für verschwindend kleine Schwingungen, zweitens gelten sie nur für konservative Medien, in denen keine innere Reibung, keine Absorption stattfindet. Um die beiden Beschränkungen los zu werden, dürfte man den Differentialgleichungen gewisse nichtlineare Glieder, ferner gewisse Glieder mit Differentialquotienten ungerader Ordnungen hinzufügen. Eine Ergänzung in der ersten Richtung scheint jedoch nicht dringend notwendig. Zwar sind die Amplituden der Schwingungen zuweilen ziemlich groß: sie betragen oft mehrere Dezimeter, sowohl im vertikalen als im horizontalen Sinne; doch sind sie verschwindend klein im Vergleich zur Länge der Wellen, die mehrere Myriameter beträgt. — Diese Kleinheit der Schwingungsamplitude im Vergleich zur Wellenlänge hat übrigens zur Folge, daß wir weder die Neigungen des Bodens, noch die Torsion der Erdoberfläche beim Vorübergang der Erdbebenwellen ohne Hilfe spezieller, sehr empfindlicher Instrumente wahrnehmen können. Es gibt zwar eine besondere Art



seismischer Wellen, die mit dem Auge leicht wahrnehmbar sind; sie treten aber höchst selten und stets in sehr beschränkten Gebieten auf. Wie es scheint, sind das eher gravitationale als elastische Wellen.

Mehr wünschenswert scheint die Ergänzung der Differentialgleichungen durch Absorptionsglieder, d. h. Glieder mit Differentialquotienten ungerader Ordnung zu sein. Diese Glieder erzeugen dasjenige, was man eine „Coda“, einen „Schweif“ nennt, kleine Schwingungen, welche der Hauptwelle folgen. In der „Coda“ könnte man ein wichtiges, mit den Erfahrungstatsachen in hervorragender Weise übereinstimmendes Merkmal erblicken. Nämlich das Erdbeben besteht, insbesondere an einer vom Herd weit entfernten Station, keineswegs aus drei bzw. zwei durch Intervalle vollkommener Ruhe getrennten Erschütterungen. Es ist im Gegenteil eine stetige Nacheinanderfolge von bald schwächeren, bald stärkeren Schwingungen, welche oft eine Stunde und mehr dauern und in der Regel eine Phase maximaler Intensität aufweisen. Mit jener Phase werden wir uns später befassen; vorläufig bleiben wir bei der Absorption. Man kann behaupten, daß, obwohl das Vorhandensein der inneren Reibung als etwas Selbstverständliches, Unvermeidliches angesehen werden darf, doch das Sicheinziehen der Erschütterung, welche im Herde vielleicht nicht einmal eine Minute gedauert hat, in ein stundenlanges Schwingen an einer entfernten Station weniger die Konsequenz der inneren Reibung ist, als der Brechung und Reflexion der Wellen an den Trennungsflächen zwischen verschiedenen Gesteinen sowie an anderen Diskontinuitätsflächen, nämlich Sprüngen, Brüchen, welche die Erde, besonders aber die Erdrinde durchsetzen. Jede einzelne Welle wird an einer Diskontinuitätsfläche einerseits gebrochen, andererseits reflektiert. Im allgemeinen erzeugt eine einzelne Welle drei gebrochene und drei reflektierte Wellen. Wenn man dies bedenkt, so kann man sich leicht vorstellen, in wieviel Wellen eine einzelne Welle, welche durch mehrere Diskontinuitätsflächen gegangen ist, zerfallen muß. Bedenkt man weiter, daß mit zunehmender Spaltung die Energie der Wellen abnimmt, daß andererseits verschiedene Wellen sich mit verschiedener Geschwindigkeit fortpflanzen, daß zuletzt außer den direkt ankommenden Wellen auch zweimal, viermal usw. reflektierte an die betrachtete Station gelangen, so wird man einsehen, daß die stetige Nacheinanderfolge von schwachen Schwingungen auch ohne Mitwirkung von Absorption und Dispersion zustande kommen müßte.

Da wir einmal darauf gekommen sind, von der Brechung zu sprechen, wird es angemessen sein, hervorzuheben, daß das wahre Gesetz der Brechung elastischer Wellen an der Grenze von zwei anisotropen Medien noch nicht bekannt ist. Es mag sein, daß dasselbe identisch ist mit dem optischen

Gesetz der Brechung, aber das Fermatsche<sup>1)</sup> Prinzip führt auf ein anderes Gesetz. Die Regeln sind dieselben, sie gelten aber nicht für die Wellennormale, sondern für den Strahl. Unterdes sind keine entscheidenden Experimente bzw. Beobachtungen bekannt.

Jetzt können wir die früher aufgeschobene Besprechung der Maximalphase aufnehmen. Die Maximalphase kommt immer erst eine Zeit nach dem Anfang des Erdbebens und zeichnet sich durch deutlich größere und langsamere Schwingungen aus. Als weiteres charakteristisches Merkmal darf man die merklich konstante Geschwindigkeit bezeichnen, mit welcher sich diese langsamen Schwingungen längs der Erdoberfläche fortpflanzen. Lord *Rayleigh* hat vor etwa 25 Jahren bewiesen, daß in einem begrenzten Medium außer den räumlichen, nach allen Seiten sich fortpflanzenden elastischen Wellen noch ganz besondere, sich längs der Oberfläche fortpflanzende Wellen entstehen können. Eine ausführliche Theorie dieser Wellen hat später *H. Lamb* gegeben. Zwar beziehen sich die Ausführungen *Rayleighs* und *Lamb*s auf isotrope Körper, aber es ist leicht, ihre Theorie auf anisotrope Körper auszudehnen.

Die beiden englischen Autoren betrachten ein indefinites, von einer Horizontalebene begrenztes isotropes und homogenes Medium und zeigen, daß die klassischen Differentialgleichungen für kleine Schwingungen Integrale von der Form:

$$A e^{-\frac{\alpha z}{\cos \sin}} \left[ \beta x + \gamma y - V t \right]$$

zulassen. In der angeführten Formel sind  $x$  und  $y$  die zur ebenen Oberfläche parallelen Koordinaten und  $z$  die Tiefe unter derselben. Es sind somit Schwingungen, deren Amplitude in der Oberfläche am größten ist und von da ab in geometrischer Progression abnimmt, während die Tiefe in arithmetischer Progression zunimmt. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit dieser Wellen ist etwas kleiner als diejenige der torsionalen Welle. — Für anisotrope Medien darf dieser letzte Satz insoweit abgeändert werden, als man sagen darf, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle sei kleiner als die Geschwindigkeit der langsamsten räumlichen Welle. — Soweit man aus der Erfahrung schließen kann, stimmen die Merkmale der theoretischen Oberflächenwelle von *Rayleigh* und *H. Lamb* mit den Merkmalen der beobachteten Hauptphase der Erdbeben überein. Doch soll ein wichtiger Unterschied nicht unerwähnt bleiben. Nach der Theorie *Rayleighs* und *Lamb*s soll die vertikale Amplitude der Schwingungen größer sein als die horizontale. Eine spezielle Untersuchung<sup>2)</sup> hat gezeigt, daß dieselbe Ungleich-

<sup>1)</sup> „Essai d'application . . . usw.“. Anzeiger Akad. Wiss. Krakau. Reihe A. Jahrgang 1913, S. 241—253.

<sup>2)</sup> „Sur la propagation . . . usw.“. Anzeiger der k. k. Akad. der Wiss. Krakau, Reihe A, Jahrgang 1912, S. 47—58.

heit in der Regel auch in anisotropen Medien besteht. Unterdes beweisen die Beobachtungen, daß in der Natur das entgegengesetzte Verhalten stattfindet. Woher diese Nichtübereinstimmung rührt und was sie bedeutet, wissen wir zurzeit noch nicht. Eine Zeit konnte man an den Einfluß gewisser konstanten Instrumentalfehler glauben, indem die Vertikalamplitude von anderen Instrumenten aufgezeichnet wird als die Horizontalamplitude. Doch bestätigen spezielle Untersuchungen von *B. Galitzin* diese Vermutung nicht.

## Die neueren Untersuchungen über die kleinsten Organismen des Meeres.

Von Dr. J. Schiller, Wien.

Die im Jahre 1889 von *Hensen* unternommene und geleitete erste große deutsche Meeresexpedition auf dem „National“ zur Erforschung der Planktonorganismen im Atlantischen Ozean hat die internationale Meeresforschung begründet. *Hensens* Geist zeigte die Aufgaben und Ziele einer modernen biologischen Untersuchung des Meerwassers und schuf ihre Methoden und Apparate.

Die feinen Seidengazenetze, die *Hensen* auf der Planktonexpedition verwendete, fingen in bis dahin unerreichter Vollkommenheit alle schwebenden Organismen bis zu Größen von ca.  $\frac{1}{20}$  mm. Auch noch kleinere Organismen wurden mit den nach *Hensens* Angaben in der Folge gebauten Planktonnetzen erbeutet. Doch war deren Zahl so gering, daß sie für die Beurteilung der Frage nach dem Organismenreichtum des Meerwassers gegenüber den größeren nicht weiter in Betracht gezogen wurden.

Da kamen um die Jahrhundertwende aus der Hensenschen Kieler Schule, von *Lohmann* eingeführt, neue Methoden, die eine neue Epoche in der biologischen Erforschung des Wassers überhaupt einleiteten und begründeten. Sie bestanden in der Filtration und Zentrifugierung von Wasserproben aus genau bestimmten Tiefen und bewiesen die jederzeitige Anwesenheit von ungeheuren Mengen kleinster Schwebeorganismen, und bald konnte durch Zählungen exakt nachgewiesen werden, daß die mit Filter und Zentrifuge erbeuteten Organismen die mit dem Seidennetz im selben Wasser gefangenen um ein Vielfaches (wenigstens das 100fache) übertreffen.

Zum Filtrieren verwendete Prof. *Lohmann* gehärtete Papierfilter, wie solche bei chemischen quantitativen Analysen schwerer Substanzen in Verwendung stehen, die beim Filtrieren vollständig zurückgehalten werden. Beim Filtrieren von Teich- und Meerwasser ergab sich jedoch die zunächst überraschende Tatsache, daß im filtrierte Wasser noch recht zahlreiche kleinste Organismen nachgewiesen werden konnten, sofern man das Wasser bei wenigstens 1500 Umdrehungen pro

Minute zentrifugierte. Diese Organismen drängen sich infolge ihrer Eigenbewegung und willkürlichen Gestaltsveränderung ihres Körpers durch die feinen Poren des Filterpapiers durch. So erkannte man bald die Zentrifuge als das vollkommenste Fangmittel für die kleinsten Organismen des Wassers und ihre systematische Anwendung zeigte *Lohmann* bei seinen Untersuchungen in der Kieler Förhrde.

Die Zentrifugengläschen für die Aufnahme der Wasserprobe gehen nach unten spitz konisch zu. Nach 10 Minuten langer Zentrifugierung bei wenigstens 1500 Umdrehungen pro Minute und nicht über 10 cm hohen Gläsern sind erfahrungsgemäß alle festen Bestandteile des Wassers in die Spitze geschleudert. Man gießt nun zunächst das Wasser vorsichtig aus, wobei in der Spitze des Gläschens das Wasser mitsamt dem Fange in Ruhe bleibt, so daß man mittels langer feiner Pipette das über den Organismen stehende Wasser zunächst abhebt, sodann den Fang selbst aufsaugt und auf einen Objektträger zwecks mikroskopischer Untersuchung bringt. In den meisten Fällen wird dem Wasser vorerst keine die Organismen tötende und konservierende Flüssigkeit zugesetzt, weil die Lebenduntersuchung die wertvollsten Resultate liefert und weil zur Herstellung eines Dauerpräparates der Fang auch auf dem Objektträger leicht konserviert werden kann.

Die Methode des Zentrifugierens besonders in Verbindung mit Filtrierung liefert die genauesten Daten über die Zahl der in einem bestimmten Wasserquantum enthaltenen Organismen, wenn man die Menge des zu zentrifugierenden Wassers nach der Bevölkerungsdichte richtet. Da besonders die kleinsten Organismen sehr gleichmäßig verteilt sind, haben die Untersuchungen gelehrt, daß man zur Untersuchung von Teichwasser schon mit 5 cm oft das Auslangen findet; vom Ostseeküstenwasser genügen 10 cm, während vom Hochseewasser der Nordsee 20–30 cm, im Mittelmeer 40 cm und im warmen Ozeanwasser 200 cm genommen werden müssen, um richtige Resultate zu erhalten. Es müssen hierfür auch die im gleichen Wasser ausgeführten Filter- und Netzfänge berücksichtigt werden, da hierin hauptsächlich die größeren Planktonorganismen erbeutet werden, die infolge spärlicheren Auftretens und ungleichmäßigerer Verteilung von der Zentrifuge in den oben angeführten kleinen Wasserquantitäten natürlich nicht im richtigen Maßstabe zu ihrem tatsächlichen Vorkommen gefangen werden.

Der in der oben angeführten Weise auf einen Objektträger gebrachte Zentrifugenfang wird unter dem Mikroskope durchgezählt, eine mehr langdauernde als schwierige Arbeit, wenn man gewisse Umstände berücksichtigt; so findet man die Zahl der in dem zentrifugierten Wasserquantum enthaltenen Organismen. Aus dem Obigen ersieht man aber, daß diese Zahl nur vollen Wert besitzt für die kleinsten Organismen, das soge-

nannte Nannoplankton, das uns hier ausschließlich interessiert.

Zur Gewinnung des Nannoplanktons kann eine zweite einfache, jedem mögliche Methode angewandt werden, die Volk bei der Untersuchung des Hamburger Hafenwassers einfuhrte. Man schöpft Wasser in hohe Glaszylinder oder einfach in Flaschen, setzt ein Konservierungsmittel zu und läßt nun das Wasser an einem dunklen, möglichst gleichmäßig temperierten Raum durch drei Tage ruhig stehen. Am Boden haben sich die Organismen abgesetzt; zu deren Gewinnung kann man zunächst mittels engen Gummischlauches das Wasser vorsichtig bis zu 3 cm über dem Boden abheben und den Rest in einem Zylinder, am besten in einer Mensur (die man gut gereinigt hat, damit die Planktontierechen nicht an den Glaswänden kleben bleiben) nochmals absetzen lassen, worauf dann der abgesetzte Fang leicht mittels Pipette herausgehoben werden kann. Für diese Methode reicht ein Liter Wasser vollständig aus, um die Art und Dichte der Bevölkerung an Kleinplankton unserer Teiche und Seen studieren zu können. Da die Kenntnisse hierüber zurzeit noch sehr gering sind, sollte die so bequeme Methode in der Hydrobiologie des Süßwassers Anwendung finden.

Alle in den letzten Jahren ausgeführten Untersuchungen in den Europas Küsten bespülen den Meeren haben uns gezeigt, daß das Meerwasser über alle Erwartungen reich an Nannoplankton ist. Es ergab sich ferner die überraschende Tatsache, daß die pflanzlichen Organismen im Durchschnitt wenigstens 20 mal zahlreicher als die tierischen sind, selbst wenn von den Bakterien ganz abgesehen wird. Alle Gruppen der Protophyten sind je nach den Jahreszeiten mehr oder minder zahlreich vertreten. Unter den am einfachsten gebauten kleinsten pflanzlichen marinen Organismen seien hier zunächst Angehörige der blaugrünen Algen (Cyanophyceen) angeführt. (Die Bakterien sollen unbesprochen bleiben.) Sie bilden 2—5  $\mu$  große kuglige Zellen von blaß graugrüner oder gelblichgrüner Färbung, die einzeln oder in Kolonien leben. Ihr Inhalt erscheint nahezu hyalin (Fig. 1). Sie bilden im Verein mit mehreren fadenförmigen Gattungen trotz ihrer Kleinheit einen für die oberen Wasserschichten bis etwa 75 m Tiefe wichtigen Bestandteil der Mikroflora, da im Liter Meerwasser bis zu 10 000 Zellen leben und für die kleinsten Schwebetierechen als wichtige Nahrung in Betracht kommen.

In ungeheueren Mengen treten die nackten Monaden auf. Es sind teils gefärbte, teils farblose Zellen von rundlicher, ovaler, seltener kantiger Gestalt, die Größen zwischen 2  $\mu$  und 15  $\mu$  aufweisen und meist im Besitze von 1 oder mehreren Geißeln sind, so daß sie aktive, sehr lebhaft Bewegungen ausführen können (Fig. 2, 3a, b). Nicht wenige vermögen die Körpergestalt willkürlich zu verändern (amöboide Formen), wie die Chrysamoeben oder Chromulina-Arten. Sie er-

nähren sich, sofern sie im Besitze von Chromatophoren sind, holophytisch, haben also CO<sub>2</sub>-Assimilation; die farblosen Formen, die insbesondere stille, abgeschlossene Buchten und das verunreinigte Hafenwasser beleben, sind Saprophyten oder haben sogar animalische Ernährung angenommen. Viele sind durch Wechsel in ihrer Ernährung höchst auffällig; zu gleicher Zeit können sie holophytische und animalische Lebensweise führen. Im letzteren Falle bilden sie Pseudopodien oder Rhizopodien, mit denen sie die feste Nahrung umfassen oder umfließen.

Diese winzigen Protoplasmagebilde, deren Charakterisierung als Pflanzen oder Tiere oft schwer fällt, sind wenig widerstandsfähig. Schon während des Zentrifugierens sterben sie vielfach ab, oder sie zerfließen alsbald während der mikroskopischen Betrachtung. Diese Umstände und ihr massenhaftes Auftreten im Verein mit ihrer Kleinheit machen Zählungen ebenso schwierig als ungenau. Indessen trüben mit Rücksicht auf das ungeheuer dichte Auftreten das Resultat selbst Fehler, die in die Hunderte oder Tausende gehen, nicht.

Die meisten Monaden des Meerwassers gehören den Chrysomonaden an — ganz wie im Süßwasser —; die Cryptomonaden stehen zurück. Bei beiden Gruppen überwiegt die braune Färbung, neben der rosa und blaugrüne Färbung nur selten auftreten.

Die Chryso- und Cryptomonaden sind nicht bloß im beweglichen Zustande Planktonorganismen, auch ihre Ruhestadien erhalten sich schwebend, fallen dabei aber langsam in größere Tiefen, aus denen sie bei erwachendem Leben mit aufsteigenden Wasserströmungen wieder in die oberen stark durchleuchteten Schichten gebracht werden.

Wenn im Adriatischen Meere pro Liter Wasser bis 50 m Tiefe im Durchschnitt dreier Jahre 24 000 dieser Monaden gefunden wurden — das Mittelmeer nimmt bezüglich Planktonreichtum eine Mittelstellung zwischen den überreichen kalten Nordmeeren und den ärmeren tropischen Gewässern ein —, so sprechen diese Zahlen für die große Bedeutung dieser Nannoplanktonen bei der Ernährung der Planktontiere, wobei ihre große physiologische Leistungsfähigkeit und abnorme Vermehrung noch besonders in Anschlag gebracht werden müssen.

Grünalgen mit durch Chlorophyll schön grün gefärbten Chromatophoren fehlen dem Meere nicht, wiewohl bis vor kurzem unsere Kenntnisse hier eine Lücke aufwiesen, die durch die österreichischen Untersuchungen in der Adria auf S. M. S. „Najade“ ausgefüllt wurde. Darnach stellen die Chlorophyceen in den oberen Wasserschichten bis zu 150 m einen nicht unwesentlichen Bestandteil des Nannoplanktons dar, der besonders durch die beiden Gattungen *Carteria* (Fig. 4, *C. wetsteini*, Fig. 5, *C. cylindracea*) und *Chlamydomonas* (Fig. 6, *Chl. triangularis*, Fig. 7, *Uhl. fusiformis*)

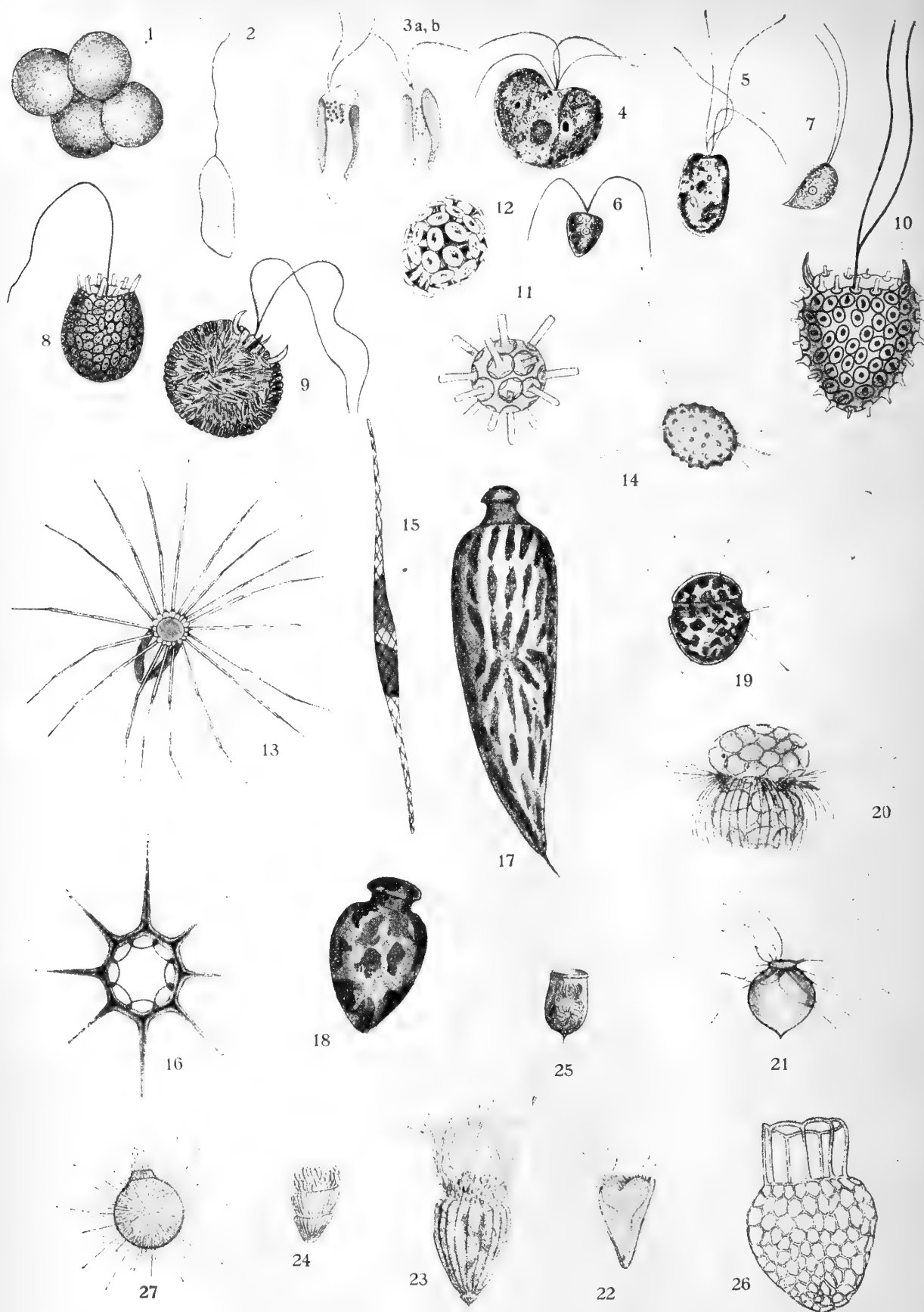


Fig. 1—27.

gegeben ist. Die ersten beiden Gattungen sind bekanntlich einzellig und umgeben von einer nicht zu derben Cellulosehaut. Der Zelleib enthält neben Kern und Protoplasma einen oder zwei grüne Chromatophoren, 2 pulsierende Vakuolen am vorderen Zellende und häufig in deren Nähe einen karminrot gefärbten Augenfleck, der die Unterscheidung von hell und dunkel vermittelt. Am vorderen Körperpol treten durch eine Pore bei *Chlamydomonas* zwei, bei *Carteria* 4 lange dünne Geißeln aus, die diesen merkwürdigen Pflanzen eine hastige, blitzschnelle Bewegung gestatten.

Eine besondere Bedeutung im Haushalte des Meeres kommt nach den Untersuchungen *Lohmanns* und den eigenen den Coccolithophoriden zu. Es sind dies einzellige typisch pflanzliche Organismen von derzeit noch unbekannter systematischer Stellung, die ausschließlich Bewohner der Meere sind. Eigentümlich ist für diese Nanoplanktonten ein aus regelmäßig angeordneten, bestimmt geformten Kalkplatten gebildetes Gehäuse, das den Zelleib umgibt (Fig. 8—15). In diesem liegen zwei gelbgrüne Chromatophoren, die die pflanzliche Natur dieser Organismen dokumentieren und die als Assimilationsprodukt Öl liefern. Auf der einen Seite der Zelle ragen aus einer feinen Pore oder aus einer weiten, von Kalkplatten freien Öffnung ein oder zwei Geißeln heraus.

Nach dem Bau der Kalkplatten hat *Lohmann*, der Monograph dieser Organismen, ihre systematische Bearbeitung in gute Wege geleitet. Im einfachsten Falle stellen die Kalkplatten einfache scheibenförmige, mit etwas wulstigem Rande versehene Gebilde vor, wie bei *Pontosphaera Huxleyi*, oder sie vertiefen sich und es entstehen Becher, die mit dem Boden (*Syracosphaera*-Arten) oder mit der Öffnung (*Calyptrorpha*-Arten) der Membran der Zelle aufsitzen. Bei der Gattung *Coccolithophora* haben die Kalkgebilde das Aussehen von Manchettenknöpfen, bei *Rhabdosphaera* sind sie keulenförmig (Fig. 11), und bei *Discosphaera tubifera* gar trompetenförmig (Fig. 12).

In den letzten Jahren hat die Zahl der Arten und Gattungen eine kaum geahnte Vermehrung erfahren, wobei sich herausstellte, daß im Dienste der Schwebefähigkeit eine höchst interessante dimorphe Ausbildung der Coccolithen statthat. So sind bei *Syracosphaera coronata* (Fig. 8), *S. quadricornu* (Fig. 9), *S. cornifera* (Fig. 10) und *Halopappus adriaticus* (Fig. 13) die um den Geißelpol stehenden Coccolithen größer als die den Zelleib bedeckenden und horn- oder dornartig ausgebildet. Auch bei *Michaelsarsia splendens* sind um die weite Öffnung die Coccolithen zu langen Stäben umgewandelt, während bei *Acanthoica acanthifera* an den beiden Polen sie sogar zu langen Nadeln ausgezogen erscheinen (Fig. 14).

Alle diese mit Schwebearrangen versehenen Coccolithophoridengattungen sind erst in den letzten 3 Jahren in den warmen Meeren (Atlantik, Mittelmeer) entdeckt worden. Auffälligerweise

fand sich neben diesen auch eine neue, von *Gran* im Atlantischen Ozean anlässlich der Fahrt des „Michael Sars“ 1910 entdeckte Gattung, *Calciosolenia*, die zwar keinerlei Umbildungen der Coccolithen zu Schwebefortsätzen aufweist, dafür aber ist die ganze Gestalt als Schwebearrangement aufzufassen (Fig. 15). Die Zelle ist langgestreckt zylindrisch, in der Mitte bauchig angeschwollen und verschmälert sich gegen die beiden Enden. Die schwach S-förmige Krümmung verhindert das Absinken im Wasser. Die Kalkplatten liegen in dichten Reihen sich gegenseitig abplattend aneinander. Diese höchst charakteristische Schwebegestalt der *Calciosolenia* ist seit langem schon bei einer Planktondiatomee, der in allen Meeren verbreiteten *Nitzschia Closterium*, bekannt.

Einer in den marinen Ablagerungen sehr häufigen Pflanzengruppe, den Silicoflagellaten, kommt gegenwärtig keine besondere Bedeutung zu. Wohl gehören sie auch jetzt zu den in den Zentrifugenproben selten fehlenden Elementen des Warmwasser-Nanoplanktons, erringen jedoch durch ihre geringe Bevölkerungsdichte — ca. 60 Individuen pro Liter im Durchschnitt — keinen Platz unter den Produzenten organischer Substanz im Meere (Fig. 16).

Die Planktonnetze erbeuten bekanntlich unter den Phytoplanktonen in großen Mengen Peridineen und Diatomeen, und trotzdem stellen diese nur einen Bruchteil der wirklich jeweils im Meerwasser vorhandenen Vertreter dieser beiden wichtigen Gruppen vor, weil die kleinen durch die Netzmaschen hindurchschlüpfenden Formen, die nur die Zentrifuge erbeutet, in weitaus größerer Individuenanzahl das Meer von der Oberfläche bis zu 200 m Tiefe bevölkern. Neben den einfach gebauten *Prorocentrum*- und *Exuviella*-Arten treten *Oxytoxum*-Arten (Fig. 17), *Glenodinium*, *Amphidinium* (Fig. 18), *Cladopyxis* (Fig. 19) und *Gymnodinium* zu vielen Tausenden im Liter auf, und wir wissen jetzt, daß diese winzigen Peridineen neben den Coccolithophoriden die wichtigste Nahrung für Salpen, Muscheln (Auster!), Schnecken und viele Tunicaten ausmachen.

Ähnliches gilt für die Diatomeen, die besonders im Frühjahr und Herbst wuchern und dann dem Zentrifugenplankton ebenso wie dem Netzplankton das Gepräge geben. Hier haben gerade die Zentrifugierungen gezeigt, daß selbst im Sommer, zu welcher Zeit die Netze nur wenig Diatomeen nachweisen, oft kolossale Wucherungen im tieferen Wasser bei und unter 50 m stattfinden, an denen winzige Naviculoiden den Hauptanteil haben.

Zum Zwergplankton stellen die Tiere, wie schon oben erwähnt, nur ein sehr kleines Kontingent, das im wesentlichen die Protozoen bestreiten. Am häufigsten treten nackte Flagellaten auf, dann Ciliaten (Fig. 20—24), besonders peritriche Ciliaten, dann Tintinnen, Radiolarien, Globigerinen und manch rätselhafter Organismus. (Fig. 27.)

(Schluß folgt.)



## Besprechungen.

**Henning, Hans, Ernst Mach als Philosoph, Physiker und Psycholog.** Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1915. XVIII, 185 S. und ein Bildnis. Preis geh. M. 5,—, geb. M. 6,—.

Wenn und insoweit der äußere Erfolg seiner Bücher bezeichnend ist für die inneren Erfolge, die ein Denker mit seiner Lehre erzielt hat, ist dieser Erfolg bei dem Physiologen, Physiker und Philosophen *Ernst Mach*, dem zurzeit hervorragendsten unter den österreichischen Denkern, während der ganzen Zeit seines Werdens und seiner Reife ausgeblieben, dann aber, an der Schwelle seines Lebensabends, mit einem Schlage um so kräftiger nachgekommen. Seine Hauptwerke mußten jahre-, zum Teil sogar jahrzehntelange auf die zweite Auflage warten, dann aber folgten weitere in immer kürzeren Zwischenräumen. Wenn man in der Geschichte der Wissenschaft extrapolieren dürfte, so würde man, in Analogie mit anderen Fällen, von denen etwa der *Schopenhauers* als Beispiel angeführt werden könnte, schließen mögen: *Machs* Philosophie wird noch lange ihre Wellen schlagen, sie wird sich mehr und mehr ausbreiten und, wenn erst einmal die Wellen sich beruhigt haben, in ein ausgedehntes Stadium ungestörter Herrschaft eintreten. Indessen prophezeien ist mißlich, und so muß man sich denn bescheiden, der Gegenwart ins Angesicht zu schauen.

Ogleich *Mach* noch unter uns weilt und sich geistiger Frische erfreut, darf man doch sagen, daß seine Lebensarbeit im wesentlichen abgeschlossen vorliegt. Es ist daher mit lebhafter Freude zu begrüßen, daß ein Berufener, wie *Hans Henning*, dieses Lebenswerk zusammengefaßt hat und uns in wohlgeordneter, angenehm lesbarer Form darbietet. Nicht, daß dies die endgültige Biographie *Machs* und seiner Leistung wäre; aber der Grundstein ist gelegt, und mehr kann und darf man im jetzigen Augenblicke billigerweise nicht verlangen.

Das Lebenswerk eines Mannes darzustellen, der die Fesseln der Einzelwissenschaft durchbrochen hat, ist nicht leicht: muß doch der Darsteller diesen Durchbruch innerlich mitmachen, muß er doch seinem Helden überall hin und aus eigenstem Bedürfnis folgen, wohin er ihn auch, durch dick und dünn, führen möge. Und nun besonders im vorliegenden Falle, wo es sich darum handelte, nicht nur *Mach* verstehen zu lehren, sondern auch zu zeigen, wie oft und wie gründlich er mißverstanden wurde — mißverstanden und darum bekämpft; auf der einen Seite von den Naturforschern, auf der andern von den Philosophen. Daß das Sitzen zwischen zwei Stühlen besonders angenehm sei, wird niemand behaupten; *Mach* aber ist es Zeit seines Lebens gut bekommen, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil er den Mut und die Klugheit gehabt hat, sich aus den beiden Stühlen einen einzigen, breiteren und bequemen zurechtzuzimmern.

Unter den Physikern und Physiologen gibt — oder, um gerechter zu sein — gab es noch vor kurzem nur wenige, die überhaupt auf eine philosophische Durchdringung ihrer Fachdisziplin Wert legten; selbst ein so klarer und ideenreicher Kopf wie *Gustav Kirchhoff*, dessen erkenntnistheoretischer Grundgedanke denen *Machs* sehr nahe kommt, fand nicht die Worte, die in einem weiten Umkreise gehört werden. Und die wenigen, die solcher Worte fähig waren, wie *Boltzmann* und *Planck*, wurden durch den Strudel neu entdeckter Phänomene und die zwingende Notwendigkeit, sie zunächst einmal theoretisch zu erfassen, in ein ganz an-

deres, beinahe entgegengesetztes Lager geführt. Was aber die Philosophen betrifft, so gibt es unter ihnen sehr viele, die eine von außen hereingetragene Lehre — auch wenn wir nur die von gutem Willen durchdrungenen heranziehen — aus einem sehr merkwürdigen Grunde nicht begreifen können, nämlich deshalb nicht, weil sie zu einfach ist und weil nach ihrer Meinung das Einfache niemals das Richtige ist. Nun kann allerdings die Einfachheit die Begleiterin der Naivität sein, und dann ist eine gute Dosis Skepsis natürlich angebracht; bei *Mach* aber ist sie bewußte Tat, ist sie die Frucht von gedanklicher Vorarbeit; die keinen andern Zweck hat als den, alle Komplikationen und alle daraus entstehende Verwirrung und Uneinheitlichkeit zu beseitigen. Und in diesem Falle liegt gerade in der Einfachheit, in der Selbstverständlichkeit, in die sie sich kleidet, die große werbende Kraft und die Aussicht für die Zukunft.

In den Fachwissenschaften ist es ratsam und durchführbar, das Werk von dem Manne zu trennen, um es in seiner sachlichen Reinheit zu verstehen und zu genießen. Merkt man aber in einem bestimmten Falle, daß man bei diesem Unternehmen scheitert, daß man das Werk ohne den Mann gar nicht begreifen kann, so ist das immer ein Zeichen, daß man sich auf ein höheres Niveau erhoben hat, daß man in einer Höhe angelangt ist, wo die Trennungslinie zwischen Wissenschaft und Glaubensbekenntnis ihre Schärfe verloren hat. So wird man schon bei Männern, wie *Kirchhoff* und *Helmholtz*, *Boltzmann* und *Planck*, die Persönlichkeit im Spiegel des Systems wiederfinden; bei *Mach* aber deckt sich beides, genetisch und tatsächlich, beinahe restlos. Die Art, wie er sein Studium begann, wie er sich die — zunächst ganz speziellen — Probleme stellte, wie er ihnen gegenübertrat, die gesamte Wandlung, die er im Laufe der Zeit durchgemacht hat und die im Grunde nichts als eine immer fortschreitende Klärung bedeutet, diese Art mußte ihn diesen und konnte ihn keinen anderen Weg führen. Es fragt sich also nur noch, wer ihm auf diesem Wege zu folgen imstande und willens ist; und zur Entscheidung dieser Frage wird, neben dem selbstverständlich unerläßlichen Studium der Originale, das vorliegende Buch eine ausgezeichnete Vorbereitung sein.

*Mach* ist nicht etwa: erstens Physiker, zweitens Physiologe, drittens Psychologe und viertens Philosoph, er ist nicht, wie man dem entsprechend zu sagen verführt sein möchte: vielseitig; gerade dies ist ja der letzte Sinn seiner Auffassung, daß alle diese Disziplinen denselben Stoff behandeln, nur in anderem Zusammenhange. Der Verfasser unseres Buches war daher in der mißlichen Lage, eigentlich alles auf einmal sagen zu müssen, und doch andererseits den Stoff gliedern zu müssen. Daß ihm dies vortrefflich gelungen ist, möge der Leser selbst bestätigen. Nur sei noch im besonderen hingewiesen auf die kurze, aber fesselnde biographische Skizze, auf das sorgfältige Verzeichnis von *Machs* Schriften (wichtig wäre es, wenn hier nicht bloß die erste und letzte Auflage jedes Buches, sondern auch die zwischenliegenden mit Jahreszahl angegeben wären); dann der ausführliche methodologische Teil, der bei *Mach* gerade zum Wesentlichen gehört; und schließlich die vornehme Auseinandersetzung mit den Vorläufern und Kritikern. *Felix Auerbach, Jena.*

**Poincaré, Henri, Letzte Gedanken.** Leipzig, Akad. Verlagsgesellschaft, 1913. VII, 261 S. und ein Bildnis. Preis geh. M. 4.50, geb. M. 5.50.

Im letzten Heft des vorigen Bandes dieser Zeit-

schrift ist schon darauf hingewiesen worden, daß nunmehr auch der Nachlaß *Poincarés*, soweit er allgemeinen und philosophischen Charakters ist, in deutscher Sprache vorliegt; das dort gegebene Versprechen wird jetzt eingelöst. Wenn es heißt, dieser Nachlaß hätte den vierten Band der Schriften des Verfassers bilden sollen, so ist doch zu bemerken, daß er aus der Reihe etwas herausfällt, und es ist ja auch bezeichnend und verständlich, daß er in anderem Verlage erschienen ist. Er enthält nämlich zum großen Teil Betrachtungen über dieselben Themen, die schon in den drei ersten Bänden behandelt sind, freilich wieder in neuer Fassung. Es reizte eben diesen regen Denker, die modernen Probleme immer wieder von einem andern Standpunkte aus zu betrachten, und es ist erstaunlich, wie er immer wieder neue Bilder und neue Gedankengänge findet, um den Leser von der Bedeutung der betreffenden Sache zu überzeugen oder — denn er ist ja gerade durch Objektivität ausgezeichnet — um ihm zu zeigen: so meinen die einen, so meinen die andern, nun kannst du dich entscheiden. Das gilt besonders wieder von der Mengenlehre, deren Grundlagen *Poincaré* für verfehlt oder mindestens für unbrauchbar erachtet, weil sie sich der Verifizierung entziehen. Hier, wie in den andern Kapiteln, wird ganz besonderer Wert darauf gelegt, zu untersuchen, inwieweit es sich um absolute oder angenäherte Wahrheiten handelt: man lese in dieser Hinsicht nur die neuen Betrachtungen über Raum und Zeit, über die Teilwelten, die mehr oder weniger voneinander unabhängig sind, über die drei Dimensionen des Raumes durch! Auch die Kapitel über die Quantenhypothese sowie über Materie und Äther bieten wiederum viel des Lebendig-Interessanten. Die beiden letzten Kapitel treten aus dem Rahmen des übrigen ziemlich heraus, indem sie die Moralfrage in Beziehung zur Wissenschaft behandeln. Vom rein wissenschaftlich-philosophischen Standpunkte aus wird man die hier durchgeführten Gedanken nicht ganz so hoch bewerten, wie man es von einem Geiste wie *Poincaré* erwarten dürfte; es überwiegt hier eine gut bürgerliche, in sich einfache, aber gegen höhere Einwände nicht standhaltende Auffassung. Trotzdem sind gerade diese beiden Kapitel zurzeit lesenswerter als je, weil sie Fragen behandeln, die heutzutage in völlige Verwirrung durch die Leidenschaften des Kriegszustandes geraten sind.

Felix Auerbach, Jena.

**Katz, D., War Greco astigmatisch?** Eine psychologische Studie zur Kunstwissenschaft. Leipzig, Veit & Co., 1914. 48 S. 8°. Preis geh. M. 1,50.

Der unter dem Namen *El Greco* bekannte Maler *Domenico Theotokopuli* (er soll zwischen 1545 und 1550 geboren sein; sein Tod fiel in das Jahr 1614), ein Schüler *Tizians*, hat eine Reihe Bilder hinterlassen, von denen sich die meisten in Spanien befinden. *El Greco*, der jetzt wieder hoch geschätzt wird — man sieht ihn für einen Vorläufer der impressionistischen Malweise an —, hat namentlich in späterer Zeit Bilder ausgeführt, bei denen karikaturenhaft, in der Natur nicht vorkommende Längenausdehnungen und Asymmetrien vorkommen. Schon früher hatte man zur Erklärung eine Geistesstörung angenommen, und *A. Goldschmidt* hat 1911 die Vermutung ausgesprochen, daß *El Greco* Astigmatiker gewesen sei.

Dieser Annahme tritt der Verfasser (etwa von S. 18 ab) in einer gründlichen Untersuchung entgegen. Er sagt sich ganz richtig, daß ein Maler mit angeborenem Astigmatismus, der einen Kreis elliptisch verzogen sähe, beim Zeichnen dieses Modells doch wieder

auf einen Kreis kommen müßte, weil nur ein solcher in seinen Augen das gleiche Erscheinungsbild geben würde. Er belegt diese Ansicht mit Hilfe des Versuchs, sich selber astigmatisch zu machen. Dies geschah (31) dadurch, daß er sich ein plan-zylindrisches Glas von — 8 dptr Wirkung vor das Auge schaltete und damit Zeichnungen zu kopieren suchte. Sie fielen — abgesehen von einer allgemeinen, bei einem Astigmatismus von 8 dptr recht verständlichen Unschärfe — im wesentlichen ähnlich aus. Er macht bei dieser Gelegenheit (33) übrigens selber darauf aufmerksam, daß dieser Beweis nur streng gültig sei, wenn man mit ruhendem Auge beobachte, mit anderen Worten, ein ausgedehntes Objekt im indirekten Sehen betrachte. Nebenbei bemerkt könnte der Verfasser seinen Versuch mit aller Strenge wiederholen, wenn er sich, wie wir<sup>1)</sup> das zu andern, übrigens auch experimentellen Zwecken vorgeschlagen haben, durch ein geeignetes Ficksches Kontaktglas astigmatisch machen wollte. Alsdann würden nämlich die Richtungen nach den fixierten Objektpunkten, d. i. die Drehungen um den Augendrehpunkt, gar nicht beeinflußt, während die Füllperspektiven durch das astigmatische Kontaktglas geändert würden. Freilich würde es wohl ratsam sein, nicht gerade einen so ungeheuren Betrag von Astigmatismus einzuführen.

Etwas günstiger steht es, wie der Verfasser gefunden hat, mit der Annahme, *El Greco's* Astigmatismus sei ein erworbener gewesen, und er hätte die Erinnerungsbilder aus gesunden Tagen wiederholen wollen. Der Verfasser hatte die Absicht, auch diesen Fall (39) experimentell zu prüfen und das astigmatische Brillenglas längere Zeit zu tragen. Wegen heftiger Übelkeit, die sich dabei einstellte, mußte er aber den Versuch aufgeben; indessen lehnt er auch diese Erklärungsmöglichkeit ab.

Zu dieser Kritik an den Goldschmidtschen Erklärungen stimmt es, daß solche Dehnungen und Verzerrungen doch nicht auf allen Bildern *El Greco's* vorkommen, ja daß es ein von ihm herstammendes Bild gibt, auf dem Figuren mit richtigen und mit verdehnten Formen vorkommen. Der Verfasser schließt sich den Beurteilern an, die diese eigentümliche Formgebung nach rein künstlerischen Gesichtspunkten entstehen lassen: solche Figuren sind (48) „in der Grecoschen Kunst nur Gegenstände, an denen die mystischen Wunder der Farbe und des Lichts demonstriert werden sollen“.

Moritz von Rohr, Jena.

**Dinter, K., Neue und wenig bekannte Pflanzen Deutsch-Südwest-Afrikas unter besonderer Berücksichtigung der Succulenten.** Im Selbstverlag Okahandja, 1914. In Deutschland zu beziehen von Oberlehrer *Dinter*, Bautzen, Jägerstraße 3. 8°. 62 S., mit 64 Lichtdruckbildern in natürlicher Größe. Preis M. 4,—.

Die sonderbare Vegetationsform der Succulenten ist besonders im südlichen Afrika entwickelt: in den letzten 25 Jahren hat namentlich Deutsch-Südwest-Afrika immer neue Beiträge dazu geliefert, und es steht heute fest, daß dieses Gebiet an Mannigfaltigkeit der succulenten Formen selbst die ergiebigsten Kakteengebiete Amerikas übertrifft. Denn nicht nur die bekannten Gestalten der Aloes, Euphorbien und

<sup>1)</sup> *M. v. Rohr* und *W. Stock*, Über eine Methode zur subjektiven Prüfung von Brillenwirkungen. Graefes Arch. f. Ophth. I. Teil, 83, 189—205, mit 7 Textfig., 1912; II. Teil, 84, 152—163, mit 9 Textfig., 1913. Siehe Seite 160.

Mesembrianthemem, die man schon lange aus dem Kapland kennt, sind nördlich des Oranje noch vielseitig, sondern auch unter Vitaceen, Passifloraceen, Convolvulaceen, Asclepiadaceen und Cucurbitaceen gibt es dort mehrere so ausgeprägte Succulenten, wie man sie aus diesen Familien kaum erwartet hätte.

Um die Erforschung dieser bizarren Gewächse hat sich der Botaniker des Kaiserl. Gouvernements von Deutsch-Südwest-Afrika, *K. Dinter*, große Verdienste erworben. Auf ausgedehnten Reisen in der Kolonie hat er ihnen stets besonders aufmerksam nachgespürt, und es ist ihm gelungen, nicht allein viele neue Species aufzufinden, sondern auch die Kenntnis ihrer Ökologie durch sehr beachtenswerte Mitteilungen zu fördern. Eine große Anzahl seiner Funde hat er in seinem Garten zu Okahandja in Kultur genommen, um die flüchtigen Eindrücke der Reise später durch ruhige Beobachtung erweitern und vertiefen zu können. Von den Ergebnissen dieser Studien vereinigt die vorliegende Arbeit die Beschreibung und Abbildung von etwa 75 verschiedenen Succulenten. Vielfach handelt es sich um bisher unbeschriebene Arten; es sind darunter z. B. Crassulaceen, Pelargonien, Euphorbien, Mesembrianthemem, Aloineen, vor allem aber eine große Anzahl wunderlicher Asclepiadaceen. Die 64 Bilder geben photographische Naturaufnahmen wieder; wer an solchen Freude hat, wird sie gern betrachten, denn sie wirken in ihrer guten Ausführung recht lebendig. Das Buch bietet also vielfaches Interesse für den speziellen Botaniker, den Geographen, den Liebhaber succulenter Pflanzen, enthält lehrreiches Material aber auch für den allgemeinen Biologen, der sich für die Erscheinungen xerophiler Gestaltung und pflanzlicher Mimikry interessiert.

*L. Diels, Dahlem.*

**Seifert, Otto, Die Nebenwirkungen der modernen Arzneimittel.** Würzburg, C. Kabitzsch, 1915. IX, 283 S. Preis geh. M. 9,—.

Wollte man sich früher über die Nebenwirkungen der Arzneimittel orientieren, so griff man zu *Lewins* pharmakologisch-klinischem Handbuch, dessen dritte Auflage (Berlin 1899) auch heute noch fast auf alle Fragen ausgezeichneten Aufschluß gibt; aber trotzdem würde es allgemein mit Freuden begrüßt werden, wenn *Lewins* anregend geschriebenes und viele Probleme diskutierendes Werk verjüngt erschiene. Inzwischen hat *Seifert* nach gründlichen Vorarbeiten sich veranlaßt gesehen, seine früheren Studien über das gleiche Thema in obigem Bande zusammenzufassen. Er hat die Mittel in 15 Gruppen übersichtlich geordnet und ein alphabetisches Verzeichnis mit Angabe der Hersteller sowie ein Autoren- und Sachregister beigefügt. *Seifert* beschränkt sich aber nicht nur auf die modernen Mittel, sondern hat auch den alten — mit Recht — einen gebührenden Platz eingeräumt und bei jedem Mittel unter genauen und zahlreichen Literaturangaben die jedesmaligen Nebenwirkungen notiert. Leider sucht *Seifert* aber nicht, wie *Lewin*, das „wahre bildende Moment“ dieser Nebenwirkungen darin, „den inneren Zusammenhang solcher Erscheinungen mit anderen biologischen Tatsachen zu zeigen, und wo rein chemische Vorgänge sie bedingen könnten, diese nach Möglichkeit klarzulegen“. Indes kann *Seiferts* Buch in der ärztlichen Praxis zum raschen Nachschlagen ausgezeichnete Dienste leisten, und es ist zu hoffen, daß es viel Nutzen stiftet. Man ist manchmal geradezu erstaunt, von Nebenwirkungen zu lesen, die vielleicht mancher Arzt nie zu beobachten Gelegenheit gehabt

hat. Doch es kann nicht der Ort sein, auf Einzelheiten einzugehen, sondern auf die Existenz dieses wichtigen Hilfsmittels hinzuweisen.

*Erich Ebstein, Leipzig.*

**Spalteholz, Werner, Über das Durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten und seine theoretischen Bedingungen.** Nebst Anhang: Über Knochenfärbung. Zweite, erweiterte Auflage. Leipzig, S. Hirzel, 1914. 93 S. Preis geh. M. 1,80.

Seit einer Reihe von Jahren hat sich der Anatom *Spalteholz* in Leipzig damit beschäftigt, allerlei Organe des Menschen und anderer Wirbeltiere so mit Flüssigkeiten zu durchtränken, daß sie völlig durchsichtig werden und im Inneren manches erkennen lassen, was man sonst nur durch Zergliederung oder noch mühsamere Operationen zu ermitteln vermochte. Dieses sehr verdienstliche Unternehmen, das viele zeitraubende Proben nötig machte, auch ein gut Stück Geld kostete, hat neuerdings zum Ziele geführt: die Präparate, die ich gesehen habe, sind in der Tat äußerst lehrreich und zum Teil unübertrefflich. Die Flüssigkeiten, worin sie ruhen, bestehen aus Gemischen stark lichtbrechender Chemikalien, hauptsächlich von Benzylbenzoat und Salicylsäuremethylester; von vornherein steht nicht zu befürchten, daß diese auch bei längerer Wirkung auf die Objekte ihnen schaden können, indessen fehlen hier noch die Erfahrungen. Mitunter müssen die Objekte vorher enthaart, entschuppt, gebleicht oder künstlich gefärbt werden, um genau das zu zeigen, was man an ihnen zu studieren wünscht, auch hat man wohl die Adern eigens mit Farbstoffen zu füllen, damit sie deutlich hervortreten, aber auf diese und manche andere Einzelheiten soll hier nicht eingegangen werden. Zwar hat sich *Sp.* die Methode patentieren lassen, allerdings nur soweit die gewerbliche Ausnutzung in Frage kommt, während die rein wissenschaftliche Benutzung frei bleibt; jedoch möchte ich hervorheben, daß die Methode nicht etwa prinzipiell neu ist, sondern nur die Anwendung einer den Mikroskopikern seit sehr lange geläufigen Art des Einschlusses ihrer Präparate auf die mit dem bloßen Auge zu betrachtenden Objekte darstellt; und selbst bei solchen hat *Sp.* unter den Zoologen Vorgänger gehabt, die er freilich als Anatom sicher nicht gekannt und nun weit übertroffen hat.

*P. Mayer, Jena.*

**Brun, Rudolf, Die Raumorientierung der Ameisen und das Orientierungsproblem im allgemeinen.** Eine kritisch-experimentelle Studie; zugleich ein Beitrag zur Theorie der Mneme. Jena, Gustav Fischer, 1914. VIII, 234 S. und 51 Textabbild. Preis M. 6,—.

*Brun* behandelt den Stoff monographisch unter Einführung einer z. T. neuen Nomenklatur, mit der man sich einverstanden erklären kann. Im allgemeinen Teil werden die psychophysiologischen Grundlagen der Orientierung im Raume durchgenommen und alsdann die der Raumorientierung bei den Ameisen erörtert, um im speziellen Teil diese Orientierung und die verschiedenen Orientierungstheorien an der Hand eingehender Versuche mit Ameisen zu prüfen.

Mit großer Klarheit findet der Verfasser seinen Weg durch die teilweise recht verwickelten und mit geradezu mystischen Anschauungen belasteten Probleme. Zu den mystischen Ansichten dürften wohl die Hypothesen der „unbekannten Kraft“ (*Bethe*), „Polarisationsphänomen“ im Sinne *Bethes*, „Richtungssinn“ (*Corbet* usw.) usw. gehören. Das Verdienst der vor-

liegenden Arbeit beruht zu einem wesentlichen Teile darauf, hier klare Bahn geschaffen zu haben unter Benutzung der nach dieser Richtung laufenden Vorarbeiten, von denen, soweit die Ameisen in Betracht kommen, besonders die von *Santschi* zu nennen wären. Nach *Brun* kann man auf Grund seiner und anderer Experimente nicht von dem Vorhandensein eines absoluten Richtungssinnes bei den Ameisen reden, gleichwie Referent ihn auch für die Bienen ablehnen mußte. Auch die **Erklärung** der Reflexe und Instinkte (komplizierter Reflex) fällt mit den jetzt mehr und mehr akzeptierten Anschauungen trotz der anderen Bezeichnungen erfreulich zusammen. Hier vermisste ich u. a. die Anführung der einschlägigen Arbeiten *H. E. Ziegler's*.

Es dürfte wohl richtig sein, daß der Lichtstrebungsdrang (Heliotropismus, Phototropismus), soweit das Orientierungsvermögen der Ameisenarbeiter (im Gegensatz zu den fliegenden Geschlechtstieren) in Betracht kommt, nicht der rein mechanistischen Grundlage zugewiesen werden kann, sondern sich hier stets mit wirklichen Orientierungen durch Instinkte oder plastische Prozesse koppelt. Anders scheint es bei den Bienen zu liegen, wie Referent es kürzlich (Leben und Wesen der Bienen, 1915) auszuführen versuchte. Es entsteht hier der Eindruck, als ob der sehr starke Phototropismus der Bienen an und für sich nicht eine Orientierung im eigentlichen Sinne bedeutet, wenngleich er meistens mit einer solchen zusammenfällt, sondern als ein Reiz sui generis aufzufassen sei, der als solcher völlig dem Heliotropismus einer Pflanze gleichzustellen sein würde. Nur bei einer derartigen Auffassung erscheint es möglich, das Verhalten bei *Apis mellifica*, namentlich in bezug auf Farbenreaktionen (Helligkeitswerten), einer befriedigenden Erklärung näher zu führen.

Sehr interessant sind die Angaben *Brun's* über das verschiedene Orientierungsverhalten der niederen und der höheren Ameisen, wie das von den verschiedensten Forschern schon betont wurde. Ein näheres Eingehen auf den reichen Inhalt des Werkes erscheint an dieser Stelle ausgeschlossen. *Brun's* Ausführungen sind grundlegende und werden dazu dienen, alles Hineingeheimnissen mystischer Ideen in diese Frage in Zukunft noch mehr als bisher auszuschließen. „In der Vielseitigkeit ihrer Orientierungsmittel, und ganz besonders in der den waltenden Umständen außerordentlich geschickt angepaßten Anwendungsweise derselben vertragen die Ameisen plastische Fähigkeiten, welche denen der übrigen sozialen Hymenopteren kaum nachstehen, ja, sie teilweise wohl übertreffen.“

Buttel-Reepen, Oldenburg.

**Ehrenbaum, E., Über Küstenfische von Westafrika, besonders von Kamerun.** Hamburg, L. Friederichsen & Co., 1915. 85 S. und 38 Textabbild. Preis M. 3,—.

Die von dem bekannten Hamburger Fischereibiologen in diesem Werkchen besprochene Fische Sammlung verdient besonderes Interesse. Sie ist nämlich von einem Finkenwälder Kapitän mit einem aus der Unterelbe stammenden Motorkutter an der Küste von Kamerun gefischt, stellt also einen Versuch dar, die Fischfauna unserer tropischen Kolonien mit modernen Methoden, besonders mit dem Grundscheppnetz zu untersuchen. Dies Unternehmen ist ein Schritt weiter auf dem in den letzten Jahren betretenen Wege, auch die Meeresschätze unserer Kolonien nutzbar zu machen. In unserem Falle verdient der Versuch besondere Beachtung, weil das erforschte Gebiet sich südlich an die von den Franzosen im letzten Jahrzehnt gründlich

erforschten Küsten von Französisch-Westafrika anschließt. Dort ist ein besonders günstiges Fischereigebiet, das, z. T. dank Gewährung von Staatsprämien, jetzt auch von Fischern aus der Bretagne regelmäßig aufgesucht wird. Ein Teil des Materials wird dort sogar zu Dauerware verarbeitet, ein in wärmeren Gegenden besonders heikles Geschäft.

Das Ergebnis der deutschen Untersuchungen ist insofern ungünstig, als von den 5 Fischarten, welche im französischen Gebiete die wichtigste Rolle als Nutzfische spielen, deren Fang demgemäß von Frankreich prämiert wird, nur einer, der Kapitänfisch, *Polynemus quadrifilis* C. V., im Kamerungebiet in größerer Menge auftritt — die anderen meiden die eigentlichen Tropengebiete, kommen aber z. T. im Süden (Deutsch-Südwestafrika, Kapland) wieder vor. Es findet sich aber auch in unserem Gebiete eine Anzahl hinreichend großer und wohlschmeckender Fische in Menge vor. Sie gehören vorwiegend dem Barschartigen (*Perciformes*) an; die an unseren Küsten besonders wichtigen Plattfische und Heringe treten an Menge resp. Nutzwert ganz zurück, Aale fehlen vollständig.

Eine größere Fischindustrie würde also, zumal bei den durch die tropische Hitze und Feuchtigkeit erschwerten Arbeitsbedingungen, kaum Aussicht auf Erfolg haben, doch könnte eine besser organisierte Fischerei für die Ernährung der Kolonie selbst durch aus Nützliches leisten.

Bisher wird die Fischerei ausschließlich von den Eingeborenen mit primitiven Methoden betrieben, doch sind ihnen fast alle von dem Kutter gefangenen Fische bekannt und geläufig gewesen, wie aus den beigefügten einheimischen Namen hervorgeht.

O. Steche, Leipzig.

## Zeitschriftenschau.

Zeitschrift für Elektrochemie, 1915, Heft 5/6.

Nachruf auf Johann Wilhelm Hittorf; von S. Arrhenius.

Elektrolytische Kohlenwasserstoffbildung aus Salzen rein aromatischer Carbonsäuren; von C. Schall. Bei der Elektrolyse von p-Nitrobenzoesäure in heißem Essigäthydrid bildet sich kathodisch hauptsächlich Wasserstoff, anodisch neben  $\text{CO}_2$  und CO ungesättigte und gesättigte Kohlenwasserstoffe sowie Dipara-Dinitrodiphenyl, daneben Nitrobenzol.

Physikalische Chemie der Lebensmittel: I. Der Säuregrad des Weines; von Theodor Paul. Im Gegensatz zu der bisherigen Anschauung, wonach der Säurecharakter des Weines durch Titration mit Alkali festgestellt wurde, wird nachgewiesen, daß hierfür die Konzentration der im Wein enthaltenen Wasserstoffionen maßgebend ist. Der Säuregrad von 79 deutschen Weißweinen schwankte zwischen 0,17 und 1,61 Milligramm-Ion Wasserstoffionen, entsprechend der Acidität von  $\frac{1}{5000}$  bis  $\frac{1}{600}$  normaler Salzsäure. Säuregehalt und Säuregrad verlaufen nicht parallel zueinander. Daß der Säuregrad des Weines beim Verdünnen mit Wasser nur sehr wenig abnimmt, und daß die Abscheidung von Weinstein den Säuregrad des Weines vermehrt, trotzdem ein sauerreagierender Stoff entfernt wird, läßt sich mit Hilfe der Rückdrängung der Dissoziation der Säuren durch gleichionige Salze einwandfrei erklären und sogar berechnen.

Untersuchungen über Ammoniak. Sieben Mitteilungen; von F. Haber. II. Neubestimmung des Ammoniakgleichgewichts bei 30 Atm. Druck. Bearbeitet von S. Tamaru und Ch. Ponnaz. Es wurde das Gleichgewicht der Reaktion  $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$  unter 30

Atmosphären Druck in dem Bereich zwischen 560 und 950° C. neu ermittelt. Die Ergebnisse stehen in vollkommenem Einklang mit denen, welche F. Haber und R. Le Rossignol früher in einem engeren Temperaturgebiet ausgeführt haben, und lassen sich gemeinsam mit denselben durch den Ausdruck

$$\log K_p = \frac{13200}{4571 T} - 6,134$$

sehr gut darstellen, in welchem die Größe  $K_p$  durch die Partialdrucke der drei beteiligten Gase nach der Formel

$$K_p = \frac{P_{\text{NH}_3}}{P_{\text{H}_2}^2 \cdot P_{\text{N}_2}}$$

definiert ist.

#### Zeitschrift für Instrumentenkunde; April 1915.

*Untersuchungen über die Genauigkeit des Zielens mit Fernrohren;* von A. Noetzi. Die umfangreiche Arbeit bietet eine eingehende experimentelle Untersuchung über die Zielgenauigkeit geodätischer Fernrohre. Die Genauigkeit einer Zielung ist im wesentlichen eine Funktion der Fernrohrvergrößerung und der Form, Gestaltung und Sichtbarkeit des Zielobjektes. Proportionalität zwischen Vergrößerung und Zielgenauigkeit besteht nur, wenn der Einstellfaden direkt vor dem Zielobjekt bewegt wird. Liegen die Fäden im Fernrohr selbst, so wächst die Zielgenauigkeit unter günstigen äußeren Verhältnissen mit der Quadratwurzel aus der Vergrößerungszahl.

*Über einen neuen Thermoregulator;* von Edv. Björnsson. Die in einer starren Spirale aus dünnwandigem Kupferrohr befindliche Regulierflüssigkeit (Toluol) bewegt den stromführenden Arm einer Bourdonröhre zwischen zwei justierbaren Kontaktspitzen, von denen aus die elektrische Heizung reguliert wird. Durch Anordnung einer elektromagnetischen Schlauchklemme wird die Einrichtung auch für Gasheizung brauchbar.

*Die Blythswood-Gitterteilmaschine;* von F. Göpel. Die durch jahrzehntelange Arbeit entstandene Maschine arbeitet wie diejenige von Rowland mit Teilschraube, zeigt aber in dem mechanischen Aufbau viel selbständige Einzelheiten.

#### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. März 1915.

*Zur Theorie der Dielektrika;* von Karl Czukur. Ausgehend davon, daß der Pyroeffekt nur bei unsymmetrisch gebauten Kristallen auftritt, wurde die Annahme eingeführt, daß die Moleküle der genannten Kristalle asymmetrisch schwingen, und die beiden Ladungen, die an das Molekül gebunden sind, nicht symmetrisch gelagert sind, und dann die durch „die Wärmebewegung hervorgerufene Polarisation“ berechnet. Um den Temperaturkoeffizienten der Dielektrizitätskonstante zu finden, wurde die Analogie zwischen thermischer und dielektrischer Polarisation berücksichtigt und die Annahme der asymmetrischen Schwingung auf die Polarisationselektronen der Dielektrika ausgedehnt. Die so erhaltene Modifikation der Lorentz'schen Theorie führt zu einer Formel, die bei nicht zu tiefen Temperaturen die Dielektrizitätskonstante einiger flüssiger Isolatoren gut darstellt.

*Über Methoden zur Untersuchung des Zitterns der Blätter und über einige Ergebnisse davon;* von Alfred Hertel. Die Arbeit berücksichtigt vor allem das Verhalten des natürlichen Espenlaubes sowie von Modellen desselben in Luftströmen von sehr kleinem, aber besonders auch von großem Querschnitt. Die Bewegung wird kinematographisch festgelegt und aus den erhaltenen Kurven entnommen, daß auf je eine Biegeschwingung des Blattstiels eine Torsionsschwingung

(oder eine ganze Zahl von solchen Schwingungen) trifft. Der Grund dieser Abstimmung wird ermittelt.

#### Geographische Zeitschrift, 1915, Heft 2.

*Rasenabschälung;* von Karl Sapper. Daß eine geschlossene Vegetationsdecke einen weitgehenden Schutz gegen Abtragung durch äußere Kräfte gewährt, ist bekannt. Aber die Rolle des weitmaschigen, ziemlich starren Waldwurzelfilzes ist offenbar eine andere, als die des engmaschigen, biegsamen Rasenwurzelfilzes. Innerhalb eines Wurzelfilzes sind Erdpartikelchen vor Abtragung recht gut geschützt; oberhalb desselben unterliegen sie aber der Abspülung, eventuell dem Windtransport, unterhalb desselben dem Abrücken (Kriechen), dem Ausgespültwerden und Bodenfluß. Wo der Wurzelfilz randlich verletzt ist, kann in offener Landschaft durch die Arbeit des Windes, im Wald aber auch durch bloßes Abrücken des Bodens Unterminierung und damit langsame Vernichtung der randlichen Wurzelfilzteile erfolgen. Eine genaue Untersuchung solcher Vorgänge wäre erwünscht.

#### Geographische Zeitschrift, 1915, Heft 3.

*Fennoskandia.* Nach A. G. Högbom; von Paul Wagner. Högbom hat kürzlich in dem von ihm bearbeiteten Bande Fennoskandia in Steinmanns *Handbuch der regionalen Geologie* eine überaus gründliche und zuverlässige Darstellung der Geologie von Skandinavien, Finnland und Kola gegeben. Daraus hat W. diejenigen Stoffe zusammengetragen, die für den Geographen von besonderem Werte sind, nämlich 1. eine kurze Übersicht über die Tektonik und Stratigraphie, 2. die Gliederung des Gebietes in 15 Landschaftsgebiete sowie deren Charakteristik, 3. die volkswirtschaftlich wichtigen Lagerstätten.

#### Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, 1915, Bd. 55, Heft 1.

*Die Periplasmodienbildung in den Antheren der Commelinaceen;* von Tischler. Verfasser stellt aus Literaturangaben fest, daß eine echte Periplasmodiumbildung in den Antheren der Angiospermen, die genau den Erscheinungen in den Sporangien der Farne und Equisetales an die Seite gesetzt werden kann, bisher nur bei den Angehörigen aus den „Reihen“ der *Spathiflorae* und *Helobiae* beschrieben worden ist. Dazu fügt Verfasser jetzt noch die *Commelinaceen*, bei denen ein Periplasmodium wohl durchweg vorkommt. (Als Paradigma wurde *Commelina coelestis* gewählt.)

*Über das Verhalten von Sprossen bei Widerstand leistender Erdbedeckung;* von Walter Leonhardt. Es wird das morphologische Verhalten verschiedener Typen dikotyler und monokotyler Pflanzen bei abnorm hoher und fester Erdbedeckung untersucht, wobei sich ergibt, daß von den besonderen physikalischen Verhältnissen des Erdreichs (gegenüber denen der Atmosphäre) nur die Dunkelheit als Außenreiz auf die Pflanzen wirkt und formative Änderungen bedingt. Die Erde als fester Körper beeinflußt sie nur mechanisch. Änderungen im Habitus durch Kontaktreiz sind bei den Sprossen, für welche Erdbedeckung etwas Abnormales ist, nicht zu beobachten.

*Über den Einfluß günstiger Temperaturen auf gefrorene Schimmelpilze (zur Kenntnis der Kälteresistenz von Asperg. niger);* von Johannes Lindner. Versuche mit gefrorenen Schimmelpilzen haben ergeben, daß die einzelnen Zellen eines Mycel verschiedene Kälteresistenz besitzen, und daß sich unter den älteren Zellen die resistentesten befinden. Durch Einwirkung günstiger Temperaturen (+25° und +32° C.) auf gefrorene Objekte werden einzelne „Dauerzellen“ aus einem gewissen Schwächezustande befreit und zur Bildung neuer Hyphen angeregt.



# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY  
RECEIVED  
JUN 3 - 1915  
U. S. Department of Agriculture

Heft 17.

23. April 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Über neue Fortschritte im Dreikörperproblem.  
Von *Dr. Erwin Freundlich, Neubabelsberg.*  
S. 213.

Die neueren Untersuchungen über die kleinsten  
Organismen des Meeres. Von *Dr. J. Schiller,*  
*Wien.* (Schluß.) S. 217.

Besprechungen:

*Lindau, G.,* Die Algen. S. 220.

*Hess, Richard,* Der Forstschutz. S. 220.

*Strasburger, E.,* und *W. Benecke,* Zellen- und  
Gewebelehre, Morphologie und Entwicklungs-  
geschichte. S. 222.

*Voss, A.,* Über die mathematische Erkenntnis.  
S. 222.

*König, Julius,* Neue Grundlagen der Logik,  
Arithmetik und Mengenlehre. S. 223.

*Müller, Hugo,* Die Mißerfolge in der Photo-  
graphie und die Mittel zu ihrer Beseitigung.  
S. 223.

Zeitschriftenschau:

Annalen der Physik. S. 223.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen  
Gesellschaft. S. 224.

Meteorologische Zeitschrift. S. 224.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

## Lötrohrprobierkunde

Anleitung zur qualitativen und quantitativen Untersuchung  
mit Hilfe des Lötrohres

Von

**Professor Dr. C. Krug**

Dozent an der Kgl. Bergakademie zu Berlin

Mit 2 Figurentafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 3.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# ZEISS PUNKTAL-GLÄSER

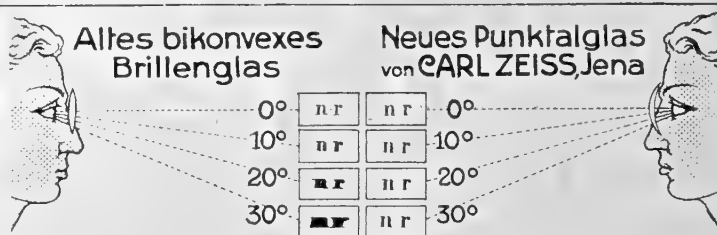
Neue punktuell abbildende Brillengläser

**Korrektions-  
brillengläser**

für Kurz- u.  
Weitsichtige

**Deutliche  
Abbildung**

bei jeder Blick-  
richtung von der  
Mitte bis zum  
Rand des Glases



Diese Bilder  
werden wahrgenommen bei einer Ablenkung  
der Blickrichtung  
um 10°, 20°, 30° von der Achse

**Wesentlich  
grösseres  
Blickfeld**

als bei den ge-  
wöhnlichen  
Brillengläsern

**Ausnutzung  
der  
natürlichen  
Beweglichkeit  
des Auges**

Der Träger von Zeiss-Punktalgläsern orientiert sich in der Umgebung ebenso wie der Normalsichtige durch das Blicken. Die Beweglichkeit seiner Augen wird nicht eingeschränkt wie es bei den alten Brillengläsern der Fall ist, die den Brillenträger beim Fixieren oben, unten oder seitlich gelegener Objekte zu Kopfwendungen nötigen.

Brillen mit Punktalgläsern sind daher ohne Mechanismus auch als Schießbrillen verwendbar

Zeiss - Punktal - Gläser  
sind nur durch Optiker  
zu beziehen

Berlin  
Hamburg  
Mailand



Wien  
Buenos  
Aires

Prospekt Opto 49  
kostenfrei

## Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Universalwiderstand mit zwei Schiebern und zwei Widerstands-  
elementen, die in beliebiger Schaltung und auch unabhängig  
von einander verwendet werden können

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

23. April 1915.

Heft 17.

## Über neue Fortschritte im Dreikörperproblem<sup>1)</sup>.

Von Dr. Erwin Freundlich, Neubabelsberg.

Die Astronomie hat in den letzten Jahrzehnten eine so ausgesprochene Richtungsänderung durchgemacht, daß sogar im Kreise der Astronomen die neuerdings gemachten Fortschritte im Dreikörperproblem, das doch das klassische Problem der Astronomie darstellt, wenig Beachtung gefunden haben. So sehr ist ihre Aufmerksamkeit durch das Studium der Bewegung und der Konstitution der Fixsterne absorbiert und durch die Aussicht gefesselt, in absehbarer Zeit einen Einblick in den Aufbau des Weltalls zu gewinnen, daß das Sonnensystem mit seinen nur zum Teil aufgeklärten Gesetzmäßigkeiten in den Hintergrund des Interesses gerückt ist. Nur an wenigen Orten, besonders im Auslande, hat man die Bemühungen nicht aufgegeben, die mathematischen Schwierigkeiten dieses Problems zu überwinden, und hat auch unzweifelhaft Erfolge zu verzeichnen gehabt, die eine allgemeine Würdigung verdienen. Darum will ich den Versuch machen, die Resultate einiger Arbeiten, die zwar mathematisch zu schwierig sind, um einen größeren Leserkreis zu finden, deren Inhalt jedoch in ihrer Tragweite von vielen verstanden werden wird, kurz zu besprechen.

Das Drei- bzw. Vielkörperproblem behandelt die Bewegung von drei oder mehr Körpern, die im Raume frei beweglich sind und sich gegenseitig nach dem Newtonschen Gravitationsgesetz, d. h. also mit einer Kraft, die umgekehrt proportional dem Quadrate ihrer Entfernung wirkt, anziehen. Im folgenden soll nur der Fall dreier Körper betrachtet und die Massen derselben ( $m_1, m_2, m_3$ ) sollen in mathematischen Punkten vereinigt gedacht werden, sodaß man von einem Zusammenstoß sprechen kann, ohne daß man die Berührung der Körper und die bei endlicher Ausdehnung derselben dabei auftretenden elastischen Kräfte zu berücksichtigen hätte. In der praktischen Astronomie sind die Entfernungen der Himmelskörper voneinander fast durchweg so viel größer als ihre Durchmesser, daß diese Idealisierung des Problems keine wesentliche Entfernung von den wahren Verhältnissen bedeutet. Ferner will ich auch nicht auf die Frage der praktischen Bahnberechnung eingehen, obwohl gerade diese Seite der Aufgabe in dem Kreise derjenigen Astronomen, die sich mit dem Aufsuchen und Ver-

folgen kleiner Planeten befassen, fast allein Berücksichtigung findet. Wenn man bedenkt, daß zurzeit fast tausend kleine Planeten entdeckt sind und ein jedes Jahr ihre Anzahl sich vergrößert, so kann man allerdings ermessen, welche Bedeutung es praktisch für die Astronomen hat, wenn die Theorie ihnen Formeln liefert, die es ihnen ermöglichen, in wenigen Stunden aus den vorliegenden Beobachtungen eine Bahn des neuen Himmelskörpers zu berechnen, welche für viele Jahre hinaus die wahre Bewegung desselben gut darstellt. Daß die Theorie in dieser Beziehung noch heute den Bedürfnissen der Beobachter kaum besser gerecht wird als vor fünfzig Jahren, hat viel dazu beigetragen, daß man den rein theoretischen Überlegungen über die Bewegung dreier Massenpunkte, die sich nach dem Newtonschen Gesetze anziehen, auch unter den Astronomen etwas fremd gegenübersteht. Dies geschieht zu Unrecht und hat in Deutschland das bedauerliche Ergebnis gezeitigt, daß fast nirgends mehr an diesem interessanten, wirklich klassischen Problem gearbeitet wird, während besonders in den nordischen Ländern ein großer Kreis mit der Weiterverfolgung dieser Fragen beschäftigt ist; ich nenne nur die Namen: *Bohlin, Charlier, Strömgren, Sundmann, Zeipel* und andere mehr. Unzweifelhaft ist die Forderung der Praxis, von der Theorie die nötigen Formeln zu erhalten, um mit möglichstster Ökonomie an Rechenarbeit eine gute Bahn für den betreffenden Planeten zu erhalten, durchaus berechtigt, aber das allgemeine Dreikörperproblem hat nicht allein als mathematisches Problem der klassischen Mechanik an und für sich volle Existenzberechtigung, sondern in dem Bestreben, klares Licht auf den allgemeinen Bewegungsmechanismus dreier sich anziehender Körper zu werfen, ist man allein in der Lage, unsere Erkenntnis so zu vertiefen, daß der Übergang zur praktischen Bahnberechnung keine prinzipiellen Schwierigkeiten mehr bietet und von zweckmäßigen Ansätzen auszugehen imstande ist; und das ist wiederum nur möglich, wenn die Theorie einen weiten Schritt voraus ist und über einen großen Schatz allgemeiner Erkenntnis verfügt. Sieht man jedoch zu, was wir über den Charakter der Bahnkurven dreier Körper, die sich nach dem Newtonschen Gesetz anziehen, wissen, so ist das so außerordentlich wenig, daß man sich nicht darüber wundern kann, wenn die praktische Bahnberechnung keine eklatanten Fortschritte zu verzeichnen gehabt hat. Legt man an jeden theoretischen Fortschritt sofort und ausschließlich den Maßstab an: wie weit erleichtert er die Berechnung einer Planetenbahn, so kommt man nicht

<sup>1)</sup> Nach einem Vortrage, gehalten in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, am 19. Februar 1915.

allein zu einer falschen Bewertung desselben, sondern drängt auch die neuen Gesichtspunkte, noch unreif, auf einen Weg, auf welchem ihre Entwicklung nicht liegt.

Darum ist es ein großes Verdienst des verstorbenen Mathematikers *Poincaré*, daß er nach einer Epoche mühevollen Strebens, die Bewegung eines Himmelskörpers für längere Zeiten durch Formeln gut darzustellen, wieder auf das allgemeine Dreikörperproblem zurückgekommen ist und versucht hat, unsere allgemeinen Kenntnisse im idealisierten Problem zu erweitern. Auf seinen Ideen bauen sich fast alle weiteren Entwicklungen auf; auch die Arbeiten von *K. Sundmann*, die ich hier besonders berücksichtigen möchte, sind ohne die Untersuchungen von *Poincaré*, *Painlevé* usw. nicht denkbar.

Der Bewegungszustand dreier Körper im Raum ist für eine bestimmte Epoche bekannt, wenn die Koordinaten und die Geschwindigkeitskomponenten eines jeden der drei Körper in bezug auf ein irgendwie gewähltes Koordinatensystem gegeben sind. Ein jeder Körper ist also der Träger von 6 Bestimmungsstücken, den drei Koordinaten  $x_i, y_i, z_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) und den Geschwindigkeitskomponenten

$$\frac{dx_i}{dt} = x_i', \quad \frac{dy_i}{dt} = y_i', \quad \frac{dz_i}{dt} = z_i'.$$

Das Problem führt infolgedessen auf dreimal sechs, also achtzehn Differentialgleichungen 1. Ordnung, der Gestalt

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= x_1', \\ \frac{dx_1'}{dt} &= m_2 \frac{(x_2 - x_1)}{r_3^3} + m_3 \frac{(x_3 - x_1)}{r_2^3}, \end{aligned}$$

wo  $r_3$  die gegenseitige Distanz der Massenpunkte  $m_1$  und  $m_2$ ,  $r_2$  diejenigen zwischen  $m_1$  und  $m_3$  bedeutet. Entsprechende Gleichungen gelten für die übrigen Größen  $x_i, y_i, z_i$ .

Eine strenge Lösung dieser Gleichungen ist nicht möglich, d. h. wir können die 18 Größen  $x_i, y_i, \dots$  auf Grund der Differentialgleichungen nicht in geschlossener Form als Funktionen der Zeit „ $t$ “ darstellen und von irgend einer Ausgangskonstellation ausgehend, die Bahnkurven, welche jeder der drei Punkte in der Folgezeit durchlaufen wird, angeben. Es sind allerdings eine Reihe Integrale dieser Differentialgleichungen bekannt, d. h. algebraische Gleichungen zwischen den Größen  $x_i, y_i$  usw., welche für alle Zeiten erfüllt sein müssen; es sind dies bekanntlich die 6 Schwerpunktsätze, die 3 Flächensätze und das Integral der lebendigen Kraft, auf welche ich jedoch hier nicht mehr eingehen kann. Mit ihrer Hilfe kann man, unter Heranziehung weiterer Gesichtspunkte, die Anzahl der obigen 18 Gleichungen auf 6 reduzieren. Aber eine weitere Beschränkung ihrer Zahl ist nicht möglich.

Es ist nun die Frage: Was kann man aus dem Charakter der Differentialgleichungen und aus den vorhandenen Integralen über die Art der Be-

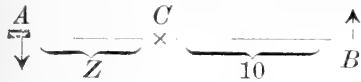
wegung sagen, auch wenn man nicht imstande ist, durch Integration die Koordinaten der drei Körper als Funktionen der Zeit darzustellen. Es entspringt einem natürlichen menschlichen Empfinden, daß man vor allem danach fragt, ob die drei Körper für ewige Zeiten in endlicher Entfernung voneinander ihre Bahnen beschreiben werden, ob etwa einer von ihnen das System verlassen wird, oder ob zwei von ihnen oder gar alle drei einmal in einem endlichen Zeitmoment zusammenstoßen werden. Diesen Fragenkomplex faßt man unter der Bezeichnung Stabilitätsfragen zusammen.

Schon *Lagrange* hat eine spezielle Lösung des Problems gefunden, für welche diese Fragen sich beantworten lassen. Befinden sich nämlich die drei Massen in einem bestimmten Zeitmomente in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks oder auf einer geraden Linie in bestimmter Entfernung voneinander angeordnet und werden ihre Geschwindigkeiten geeignet gewählt, so bleibt diese relative Konstellation erhalten und die drei Körper beschreiben um ihren Gesamtschwerpunkt Kegelschnitte. Ist speziell die Masse des einen Körpers verschwindend klein, so kann er mit der relativen Geschwindigkeit 0 zu den anderen sich in der dritten Ecke des durch die drei Körper definierten gleichseitigen Dreiecks halten und das ganze System kann, als starr betrachtet, eine gleichmäßige Rotation um seinen Schwerpunkt beschreiben. Dieser Fall hat deswegen ein großes praktisches Interesse, weil in dem entsprechenden Dreieckspunkte zur Sonne und Jupiter sich in der Tat kleine Planeten in anscheinend stabilem Zustande befinden (*Hektor*, *Patroklos*), die dort kleinere Schwingungen um eine mittlere Lage ausführen.

Formulieren wir nun, um wieder auf das allgemeine Problem zurückzukommen, die Stabilitätsbedingung so, daß wir fragen: Unter welcher Bedingung werden für alle drei Distanzen  $r$  zwischen den Körpern folgende Ungleichungen für alle Zeiten erfüllt bleiben,  $r_i < R, r_i > r$  ( $i = 1, 2, 3$ ), wobei  $R, r$  endliche positive Konstanten sind, so sind wir bis heute nicht in der Lage, auf solche rigorosen Forderungen notwendige und hinreichende Kriterien zu formulieren. Man muß allerdings folgendes im Auge behalten: Der Fall, daß zwei oder alle drei Körper zusammenstoßen, ist für unsere obigen Gleichungen ein singulärer Fall, da ja, wenn irgend ein  $r_i = 0$  wird, einige der rechten Seiten der Differentialgleichungen unendlich werden; und wie der Mathematiker *Painlevé* bewiesen hat, sind die Zusammenstöße ( $r_i = 0$ ) auch die einzigen kritischen Stellen des reellen Bewegungsvorganges. Dagegen spielt der Fall, daß einer der Körper, wenn es nur mit endlicher Geschwindigkeit geschieht, ins Unendliche läuft, in den Gleichungen keine singuläre Rolle. Man gewinnt auch bei tieferem Einblick den Eindruck, daß, wenn die Massen und die relativen Distanzen von gleicher Größenordnung sind, der Bewegungsvorgang in unserem engeren Sinne an-

scheinend hochgradig instabil wird. Ich möchte das an einem Beispiel demonstrieren, das wirklich außerordentlich lehrreich ist, und dessen Kenntnis wir dem schwedischen Astronomen *E. Strömgren* verdanken.

Es befinden sich in irgendeinem Zeitmoment drei Körper *A*, *B*, *C* auf einer geraden Linie, *C* habe, in irgendeiner Einheit gemessen, die Masse 2, *A* und *B* jedoch die Masse 1, und es befinde sich *A* in der Distanz 7, links von *C*, in einem Bewegungszustande, als wolle er um *C* eine Kreisbahn gegen den Uhrzeigersinn beschreiben, und



*B* rechts in der Entfernung 10 von *C*, so, als wolle auch er in gleichem Sinne um *C* eine Kreisbahn beschreiben. Was wird in der folgenden Zeit mit diesem System geschehen? *Strömgren* hat sich der großen Mühe unterworfen, durch mechanische Quadratur die Bahnen der Körper zu verfolgen und findet folgendes merkwürdige Resultat. Während *A* fast ungestört seine Kreisbahnen um *C* weiter beschreibt, verläßt *B* sofort das System auf einer Kurve, die eine langgestreckte Ellipse zu werden scheint. Er wird sich also vielleicht für die Folgezeit immer in respektvoller Entfernung von *A* und *C* halten. In der Tat ist den Astronomen kein Sternsystem bekannt, wo drei oder mehr Massen von gleicher Größenordnung in ebensolchen Distanzen sich aufhielten, immer befindet sich der dritte Körper weit außerhalb von den beiden anderen Komponenten ( $\zeta$  Cancri). Es scheint also, als ob der Fall, daß der eine der drei Körper sich relativ weit von den beiden anderen entfernt, so daß das Dreikörperproblem gewissermaßen in zwei Zweikörperprobleme zerfällt, indem nur die Gesamtmasse der zwei zurückbleibenden Körper, in ihrem gemeinsamen Schwerpunkt vereinigt gedacht, für den weit entfernten dritten Körper maßgebend wird, eine besondere Rolle im ganzen Problem spielte, und solange wir die hierüber geltenden Gesetze nicht kennen, können wir die Stabilitätsforderungen auch nicht so elastisch und speziell fassen, daß sie fruchtbar werden. *H. Poincaré* hat der Frage auf die Weise eine besondere Wendung gegeben, daß er die Distanzen zwischen den Körpern nicht, wie wir eben, durch Ungleichungen einschnürte, sondern eine Stabilität sehr allgemeiner Art postulierte. Es wird bei ihm das System der drei Körper auch dann noch stabil genannt, wenn dieselbe von irgend einer Ausgangskonstellation ausgehend, beliebig oft und beliebig nahe diese Anfangskonstellation einnehmen. Wie weit die Körper in den Zwischenzeiten sich voneinander entfernen, wird nicht beachtet. Aber selbst für diese sehr milde Forderung lassen sich im allgemeinen Falle keine Kriterien ableiten.

Bei allen diesen Untersuchungen hatte man die Frage nach den Zusammenstößen kaum beachtet, vielleicht weil uns im Sonnensystem bei dem Stu-

dium der kleinen Planeten und Kometen der Fall, daß ein Körper das System dauernd verlassen könnte, viel häufiger begegnet als der Fall eines Zusammenstoßes. *K. Sundmann*<sup>1)</sup> hat erst diese Lücke ausgefüllt und ist dabei zu außerordentlich tiefen und allgemeinen Theoremen gelangt. Seine Resultate sind aber nicht in allgemein verständlicher Form abzuleiten, so daß nur die Endergebnisse seiner mathematischen Überlegungen hier Platz finden können.

Der Fall, daß zwei der Körper oder gar alle drei für irgend eine endliche Epoche  $t = t_1$  zusammenstoßen, d. h. analytisch ausgedrückt, der Fall, daß für  $t = t_1$  eines der Größen  $r_i = 0$  wird, ist, wie man sagt, eine singuläre Stelle des Problems, da für irgend ein  $r_i = 0$  ( $i = 1, 2, 3$ ), wenigstens für einige der Differentialgleichungen des Systems die rechte Seite derselben unendlich wird. Es bedarf also eines besonderen Studiums dieser Stellen, um übersehen zu können, ob in ihrer Umgebung der Bewegungsvorgang regulär verläuft, und nicht z. B., wie man sich ja denken könnte, die Annäherung zweier der Körper über eine bestimmte Grenze hinaus unbedingt zu einer Katastrophe führt, vielleicht in der Art, daß diese beiden Glieder in Spiralen umeinander zu rotieren beginnen, bis sie zusammenstoßen. Wie schon zu Anfang bemerkt, gelten allerdings alle Resultate von *Sundmann* nur für mit Masse behaftete mathematische Punkte, der Übergang zu den reellen Verhältnissen ist jedoch unmittelbar zu erreichen.

Den Ausgang aller Überlegungen bildet ein wichtiges Theorem von *Painlevé*, welches lautet:

*Die Koordinaten der drei Körper sind reguläre Funktionen der Zeit t. Hört für irgend einen Zeitmoment  $t = t_1$  eine der Koordinaten auf regulär zu bleiben, so konvergiert eine der Distanzen zwischen den Körpern oder alle für die Epoche  $t = t_1$  gegen Null.*

Die Zusammenstöße sind also die einzigen singulären Stellen des reellen Problems. Befindet man sich nicht in unmittelbarer Nähe eines solchen Zusammenstoßpunktes, so kann man zwar nicht, wie schon erwähnt, die Differentialgleichungen integrieren, aber, wie die Bezeichnung „reguläre Funktion“ besagt, man kann in der Umgebung dieser Stelle die Koordinaten und Geschwindigkeit der drei Körper in konvergente Potenzreihen nach der Zeit entwickeln, und durch Fortsetzung der Reihen die Bewegung jedes Körpers für sich verfolgen, bis man in die Nähe einer kritischen Stelle gelangt. Diesen Weg, wenn er auch mühsam ist, und keine weite Aussicht über den Verlauf der Bahnkurven bieten kann, muß man in der Tat einschlagen, wenn man wie *Strömgren* in dem zu Anfang skizzierten Beispiel zusehen will, was aus einer beliebig gewählten Anfangskonstellation in der Folgezeit wird. Sobald man in die Nähe eines Zusammenstoßpunktes gelangt, versagt diese Methode, weil in der Umgebung

<sup>1)</sup> Acta Mathem. Bd. 36, 1913, Acta Societatis Scientiarum Fennicae Bd. 34 u. 55.



einer solchen singulären Stelle keine Entwicklung der Koordinaten und Geschwindigkeiten nach konvergenten Potenzreihen der Zeit möglich ist, wie das Theorem von *Painlevé* besagt. Hier greifen nun *Sundmanns* Arbeiten ein. Nähert man sich einer singulären Stelle, so sind zwei wesentlich verschiedene Fälle zu unterscheiden:

1. Es gelangen nur zwei von den Massenpunkten für die Epoche  $t = t_1$  in kritische Nähe zueinander.
2. Es nähern sich alle drei Massenpunkte gleichzeitig für die Epoche  $t = t_1$  der kritischen Stelle.

Der zweite Fall kann nur unter ganz besonderen Umständen eintreten, für den ersten dagegen sind vorläufig noch keine einschränkenden Voraussetzungen bekannt, er spielt darum auch eine wichtige Rolle. Wie nun *Sundmann* zeigt, kann man durch Einführung geeigneter Variablen in der Umgebung einer kritischen Stelle, bei der sich zwei der Körper bedenklich nähern, so daß in seinen Ansätzen, wo ja die Körper durch Massenpunkte vertreten werden, die entsprechende Distanz  $r_i$  für  $t = t_1$  streng gleich Null gesetzt wird, auch eine konvergente Darstellung der Koordinaten und Geschwindigkeiten nach Potenzen der Zeit auf Grund der Differentialgleichungen erreichen, allerdings nicht nach ganzen Potenzen von  $(t - t_1)$ , sondern nach steigenden Potenzen von  $(t - t_1)^{1/3}$ . Die Funktionentheorie gibt uns aber die Mittel an die Hand, das Wesen einer Funktion auch in der Umgebung eines solchen Punktes zu studieren, speziell auch den Verlauf der durch solche Reihen dargestellten Größen  $x_i, y_i, \dots$  über den kritischen Punkt hinaus zu verfolgen. Die Koordinaten der zwei Körper, welche zusammenstoßen, lassen sich bis an den Zusammenstoßpunkt  $t = t_1$  in der Form solcher Potenzreihen nach  $(t - t_1)^{1/3}$  verfolgen, wobei das Argument  $(t - t_1)$  vor dem Zusammenstoß negative Werte durchläuft; dann muß dieses Argument der Reihen um  $3\pi$  vergrößert bzw. verkleinert werden, und die so erhaltenen Reihen stellen dann den Verlauf der Koordinaten und Geschwindigkeiten nach dem Zusammenstoß dar. Die durch die neuen Reihen dargestellten Größen  $x_i, y_i, \dots$  erfüllen dabei die ursprünglichen Differentialgleichungen des Problems, welche auch die gleichen Integrale mit den gleichen Konstanten aufweisen; sie stellen also wirklich die Koordinaten und Geschwindigkeiten derselben drei Körper nach dem Zusammenstoß in dem Punkte  $t = t_1$  dar. Die Bahnkurven der beiden, die sich einander so stark genähert hatten, weisen in dem kritischen Punkte die Besonderheit auf, daß sie mit gemeinsamer Tangente aneinander vorbeilaufen; nähme man also ausgedehnte Körper an, so würden dieselben zusammenprallen und durch das Auftreten elastischer Kräfte würden damit absolute andere Erscheinungen ausgelöst werden, die im Ansatz der klassischen Mechanik außer acht gelassen sind. Der am Zusammenstoß nicht beteiligte

dritte Körper weist für die Epoche  $t = t_1$  natürlich keine Besonderheit seiner Bahn auf.

Theoretisch wäre damit die Möglichkeit in der Tat gegeben, für alle Zeiten die Bewegung dreier, sich nach dem Newtonschen Gesetze anziehender Körper zu verfolgen. Die Existenz konvergenter Reihen für die Koordinaten und Geschwindigkeiten nicht allein in der Umgebung regulärer Konstellationen, sondern auch in der Umgebung der Zusammenstöße und die Vorschrift, wie die Reihen über die Zusammenstoßpunkte hinaus fortzusetzen sind, geben uns die Mittel an die Hand, den Bewegungsvorgang, wenn auch mühsam und nicht mit einem Schlage alle Besonderheiten überblickend, so doch Schritt für Schritt zu verfolgen. Es könnte allerdings der Fall eintreten, nicht allein, daß alle drei Körper zusammenstoßen — diesen Fall werde ich am Schlusse berücksichtigen —, sondern auch, daß sich die Zusammenstöße je zweier von ihnen schon in endlicher Zeit in immer enger und enger werdenden Zwischenräumen wiederholten. Auch dann würde unsere Methode versagen. *Sundmann* zeigt jedoch, daß dieser Fall nicht im allgemeinen eintreten kann, und gelangt damit zu dem sehr wichtigen Theorem:

Wenn im Dreikörperproblem die Ausgangskonstellation nicht dergestalt gewählt ist, daß alle drei Körper zugleich zusammenstoßen können, so ist man in der Lage, eine neue Variabel  $\tau$  an Stelle der Zeit  $t$  in das Problem einzuführen, so daß für alle Zeiten die Koordinaten und Geschwindigkeiten der drei Körper durch konvergente Potenzreihen nach  $\tau$  dargestellt werden können, vorausgesetzt, daß man die Reihen im Falle eines Zusammenstoßes zweier Körper, gemäß obiger Vereinbarung, fortsetzt.

Dieses Theorem ist unzweifelhaft das allgemeinste Entwicklungstheorem, das bisher im Dreikörperproblem aufgestellt werden konnte. Es schließt nur den einen Fall aus, daß die Ausgangskonstellation den gleichzeitigen Zusammenstoß aller drei Körper zuläßt. Wie sich jedoch leicht zeigen läßt, sind die hierzu notwendigen Vorbedingungen außerordentlich eng begrenzt und darum auch nur in den seltensten Fällen realisiert. Ein gleichzeitiger Zusammenstoß aller drei Körper kann nämlich nur stattfinden, wenn sich alle drei in derselben Ebene bewegen und wenn die drei Flächenkonstanten in den Flächenintegralen gleich Null sind, d. h. wenn das Drehmoment des gesamten Systems gleich Null ist. In der Umgebung des Zusammenstoßpunktes hat man noch keine Entwicklungstheoreme aufgestellt, *Sundmann* hat jedoch auch hier sehr interessante Tatsachen aufgedeckt, welche zeigen, daß der Zusammenstoß der drei Körper durchaus wohlgeordnet vor sich geht.

Schon zu Anfang erwähnte ich die Lagrange'sche Lösung im Dreikörperproblem, bei welcher die drei Körper ständig in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks oder auf einer geraden Linie in

bestimmten Abständen angeordnet sind. Es zeigt sich nun, daß, je näher die drei Körper dem gemeinsamen Zusammenstoßpunkt kommen, sie sich um so enger einer von diesen beiden speziellen Anordnungen nähern; sie stoßen also entweder in der Art zusammen, daß sie vor dem Zusammenstoß die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden, oder sie schrumpfen, wie auf eine Gummischnur aufgezogen, schließlich zusammen.

Die im vorigen besprochenen Resultate sind die wichtigsten Ergebnisse auf diesem Gebiete in den letzten Jahren, wobei ich manche Arbeiten, wie solche von *Zeipel*, *Levi-Civita*, *Bisconcini* und andere mehr, nicht berücksichtigen konnte. Die beiden zuletzt genannten Forscher verfolgen speziell die nicht minder interessante Frage, von welchen Anfangskonstellationen ausgehend überhaupt Zusammenstöße zu erwarten seien. In dieser Frage ist fast noch alles zu tun; ihre Beantwortung scheint außerordentlich schwierig zu sein. Überhaupt kann man mit den Resultaten von *Sundmann* das Studium des allgemeinen Dreikörperproblems noch lange nicht als abgeschlossen betrachten. Ob man allerdings mit den bisher benutzten Mitteln der Analysis sehr viel weiter kommen wird, scheint mir nicht sehr wahrscheinlich; es ist wohl jetzt an der Zeit, die von den Mathematikern in den letzten Jahren ausgebaute Theorie der Funktionen komplexer Veränderlichen heranzuziehen, um durch ein weiteres Studium der Singularitäten des Problems, also gewissermaßen durch seine Pathologie, in sein Wesen tiefer einzudringen, ein Weg, der sich in der Mathematik als außerordentlich fruchtbar erwiesen hat.

## Die neueren Untersuchungen über die kleinsten Organismen des Meeres.

Von Dr. J. Schiller, Wien.

(Schluß.)

Die Kenntnis der geographischen Verteilung des Nannoplanktons hat noch wenig Fortschritte gemacht. Nur soviel läßt sich zurzeit sagen, daß die Coccolithophoriden und Silicoflagellaten hauptsächlich Bewohner des warmen Meerwassers sind, somit gegen die Pole zu abnehmen. Die Peridineen zeigen zwar in den Warmwassergebieten eine größere Arten- und Gattungszahl, ihre Bevölkerungsdichte erreicht aber gerade in den temperierten Meeren das Maximum, und es besteht kein Zweifel mehr, daß sie auch im kalten Wasser mit den Diatomeen konkurrieren. In diesem finden die Diatomeen, Chlorophyceen, die Chryso- und Cryptomonaden das Optimum ihrer Lebensbedingungen.

Die vertikale Verteilung bestimmt für die pflanzlichen Nannoplanktonten das Licht, das in einer für die Pflanze noch ausnutzbaren Intensität bekanntlich nur bis zu ca. 200 m hinabdringt. Damit ist im wesentlichen auch für die tierischen

Vertreter die Aufenthaltszone bestimmt, da sie von den Pflanzen leben.

Die Untersuchungen in fast allen Teilen des Atlantischen Ozeans, der Nordsee und des Mittelmeers haben übereinstimmend ergeben, daß die Schichten von der Oberfläche bis zu 20 m Tiefe den größten Organismengehalt besitzen. Schon bei 50 m ist eine deutliche Abnahme bemerkbar, die darunter noch stärker in Erscheinung tritt. Unter 200 m sind bisher nirgends pflanzliche Nannoplanktonten in erheblicherer Menge lebend regelmäßig gefunden worden, was ja ohne weiteres mit Rücksicht auf die Lichtabsorption verständlich wird; daß aber auch das tierische Nannoplankton nirgends unter genannter Tiefe die Möglichkeit zu stärkeren Wucherungen zu finden scheint, überrascht und bedarf der Nachprüfung, da ein förmlicher Detritusregen (Exkrementen) aus den höheren Schichten hinabfällt.

Im Adriatischen Meere wurden seit 1911 anlässlich der 12 Forschungsfahrten mit S. M. S. „Najade“ daraufhin besondere Zentrifugierungen von Wasserproben aus 600, 800 und 1000 m Tiefe ausgeführt, welche mittels der bekannten sehr verlässlichen Wasserschöpfapparate von *Pettersson-Nansen* und *Eckman* heraufgeholt wurden. Diese Zentrifugenfänge, zu denen 200 ccm Wasser verwendet und die unter Berücksichtigung aller Fehlerquellen ausgeführt wurden, lieferten den Beweis für die Bevölkering dieser dunklen Wasserabgründe mit 2–6  $\mu$  großen, nackten, ungefärbten einzelligen Organismen, Monaden; ihr Körper ist ungemein zart, nahezu hyalin (bei Beobachtung bei ca. 2000 facher Vergrößerung), von rundlicher, meist schwach veränderlicher Gestalt. Unter dem Deckglas zerfließen alsbald die Zellen. Einer Färbung lassen sie sich nicht unterwerfen; ihre nähere Untersuchung erscheint mit den gewöhnlichen Methoden nicht möglich. Sie stellen zweifellos die gegenwärtig existierenden einfachsten und primitivsten Organismen dar.

Tabelle 1. Vertikale quantitative Verteilung der Protophyten, Protozoen und Metazoen im tropischen und kühlen Gebiete des Atlantischen Ozeans pro Liter.

Tiefe	1. Kühles Gebiet			2. Tropen		
	a	b	c	a	b	c
	Proto- phyten	Proto- zoen	Meta- zoen	Proto- phyten	Proto- zoen	Meta- zoen
0 m	16 250	2 700	17	2 250	84	1
50 "	6 200	270	6	2 170	111	3
100 "	2 100	70	4	730	39	4
200 "	320	32	3	185	28	1
400 "	185	14	4	62	10	0,5

Eine besondere Aufmerksamkeit erfuhr in den letzten Jahren das Studium der quantitativen Verteilung der kleinsten Organismen, Untersuchungen, die nicht bloß in rein wissenschaft-

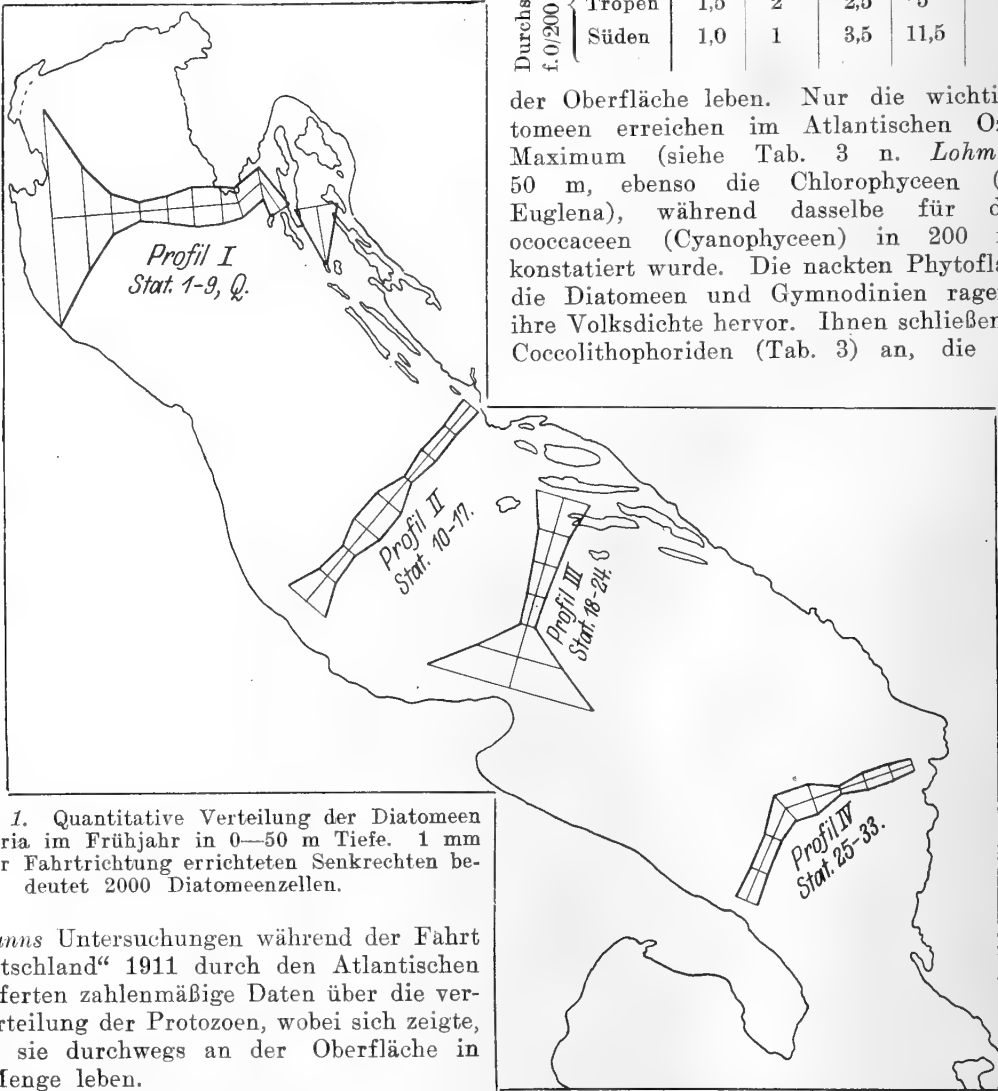
licher Hinsicht, sondern in immer größerem Maße für praktische Fragen der Fischerei an Bedeutung gewannen.

Alle pflanzlichen Nannoplanktonten erreichen ihre größte Volksdichte nahe der Wasseroberfläche; dasselbe ließ sich auch für die tierischen feststellen, die ja als Konsumenten organischer Substanz unmittelbar auf die pflanzlichen Produzenten angewiesen sind. In den tropischen Meeren (Atlantik) gehen, wie speziell *Lohmann* nachweist (siehe Tabelle 1), sowohl Produzenten als besonders die Konsumenten in relativ größerer Individuenzahl bis 50 m Tiefe hinab (Tab. 1).

Tabelle 2. Vorkommen der Protozoengruppen im Atlantischen Ozean.

	In 1 Liter Wasser	Globigerinen	Radiolarien	Tintinnen	Andere Ciliaten	Nackte Flagellaten	Protozoen alle
Durchschnitt für	0 m	3	5,5	13	58	1250	1325
	50 "	2	2	3,5	2	130	140
	100 "	2	1,3	3,5	1	46	54
	200 "	0,5	0,2	1,5	0,3	30	33
	400 "	0,1	?	0	0,1	5	9
Durchschnitt f. 0/200 Meter	Norden	3,5	0,5	11	16,2	814	903
	Tropen	1,5	2	2,5	5	40	60
	Süden	1,0	1	3,5	11,5	96	110

der Oberfläche leben. Nur die wichtigen Diatomeen erreichen im Atlantischen Ozean ihr Maximum (siehe Tab. 3 n. *Lohmann*) in 50 m, ebenso die Chlorophyceen (*Carteria*, *Euglena*), während dasselbe für die Chroococcaceen (Cyanophyceen) in 200 m Tiefe konstatiert wurde. Die nackten Phytoflagellaten, die Diatomeen und Gymnodinien ragen durch ihre Volksdichte hervor. Ihnen schließen sich die Coccolithophoriden (Tab. 3) an, die aber im



Karte Nr. 1. Quantitative Verteilung der Diatomeen in der Adria im Frühjahr in 0—50 m Tiefe. 1 mm der auf der Fahrtrichtung errichteten Senkrechten bedeutet 2000 Diatomeenzellen.

*Lohmanns* Untersuchungen während der Fahrt der „Deutschland“ 1911 durch den Atlantischen Ozean lieferten zahlenmäßige Daten über die vertikale Verteilung der Protozoen, wobei sich zeigte, daß auch sie durchwegs an der Oberfläche in größter Menge leben.

Wie schon oben bemerkt wurde, sind die Tiere bezüglich ihrer Verteilung an die der Pflanzen gebunden, soweit letztere schon infolge ihrer Abhängigkeit vom Lichte zur Besiedlung der obersten Wasserschichten gezwungen werden. In der Tat zeigen *Lohmann* und *Gran* für den Atlantik und die eigenen Untersuchungen für die Adria, daß nahezu alle Gruppen der Protophyten knapp an

Sommer und Herbst in der Adria weitaus die Gymnodinien und Diatomeen der Zahl nach übertreffen können, ein Verhalten, das zweifellos zu gewissen Zeiten auch für den Ozean Geltung hat.

Schon die *Lohmannschen* Beobachtungen bei Laboe in der Kieler Förde hatten für die Flach-

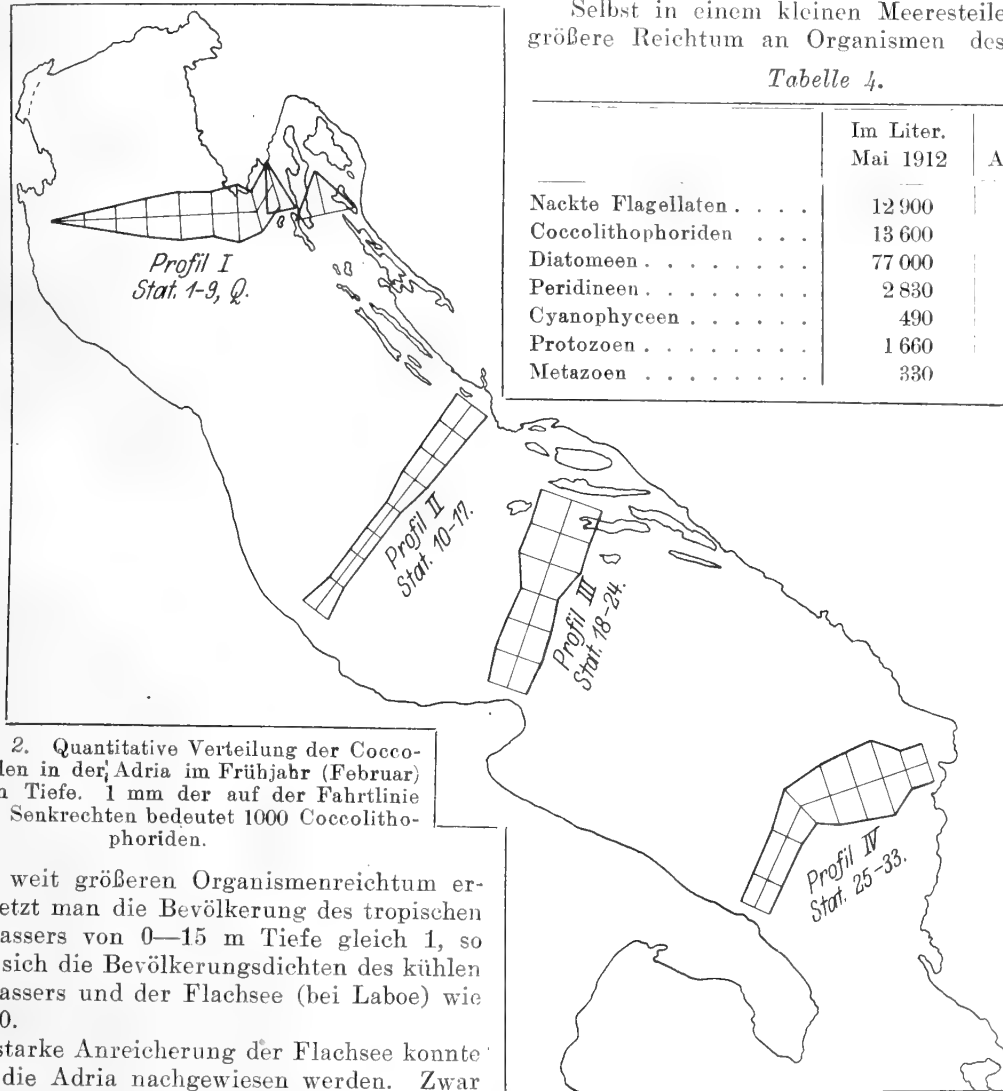
Tabelle 3. Durchschnittszahlen der in 1 Liter enthaltenen Protophyten im Atlantischen Ozean.

Tiefe	Dia- tomeen	Trichodes- mium	Chroococ- caceen	Cocco- litho- phoriden	Silico- flagellaten	Nackte Phytofla- gellaten	Peridineen gepanzert	Gymno- dinien	Euglena Carteria	Proto- phyten, alle
0 m	1 200	250	10	1 800	15	2 600	190	3 500	15	8 100
50 "	2 300	50	5	1 400	5	260	20	1 450	25	5 000
100 "	550	10	5	570	2	100	15	620	2,5	1 600
200 "	300	5	20	75	0	5	5	95	0,5	450
400 "	250	0	5	20	0	2	1	50	0,5	300
Norden .	5 600	0	0	900	5	800	100	1 675	0	8 400
Tropen .	60	75	10	600	1	5	20	750	10	1 200
Süden .	1 000	1,5	5	1 300	10	1 500	75	1 550	10	4 800

Selbst in einem kleinen Meeresteile tritt der größere Reichtum an Organismen des Küsten-

Tabelle 4.

	Im Liter. Mai 1912	Im Liter. August 1912
Nackte Flagellaten . . . .	12 900	31 930
Coccolithophoriden . . . .	13 600	15 975
Diatomeen . . . . .	77 000	1 125
Peridineen . . . . .	2 830	6 529
Cyanophyceen . . . . .	490	900
Protozoen . . . . .	1 660	450
Metazoen . . . . .	330	225



Karte Nr. 2. Quantitative Verteilung der Coccolithophoriden in der Adria im Frühjahr (Februar) in 0-50 m Tiefe. 1 mm der auf der Fahrtlinie errichteten Senkrechten bedeutet 1000 Coccolithophoriden.

see einen weit größeren Organismenreichtum ergeben. Setzt man die Bevölkerung des tropischen Hochseewassers von 0-15 m Tiefe gleich 1, so verhalten sich die Bevölkerungsdichten des kühlen Hochseewassers und der Flachsee (bei Laboe) wie 1 : 10 : 500.

Diese starke Anreicherung der Flachsee konnte auch für die Adria nachgewiesen werden. Zwar ist sie nicht so ungeheuer reich bevölkert wie die Ostsee bei Kiel, doch liegen die Werte weit über denen des Atlantischen Ozeans. Tab. 4 gibt die Bevölkerungsdichte in 1 Meter Tiefe in der Adria für Mai und August 1912 an, in welchen Monaten auch die Untersuchungen Lohmanns im Atlantik ausgeführt wurden.

wassers auch durch die quantitativen Untersuchungsmethoden klar zutage. Im Adriatischen Meere zeigte sich überdies ein auffälliger quantitativer und qualitativer Unterschied im Plankton zwischen dem italienischen und dalmatinischen Küstenwasser. In ersterem überwiegen im Früh-

jahr und Herbst die Diatomeen, die es besonders im nordwestlichen Teile zu den reichsten Wucherungen bringen, so daß im Liter bis zu 89 000 Diatomeenzellen leben. Qualitativ verhält sich das Diatomeenplankton an den beiden Küsten insofern ganz verschieden, als auf italienischer Seite die Chaetoceras- und Bacteriastrum-Arten, auf dalmatinischer die Rhizosolenia- und Coscinodiscus-Arten vorherrschen.

Das Küstenwasser ist also reicher als das in der Mitte der Adria.

*Coccolithophoriden.* Im geraden Gegensatz zu den Diatomeen treten die im dalmatinischen Küstenwasser zahlreicher auf. Dieses abweichende Verhalten der beiden pflanzlichen Gruppen ist auf den Unterschied in den physikalischen Eigenschaften des Wassers zurückzuführen. Das dalmatinische Küstenwasser ist sehr rein, arm an Detritus, stark salzig, immer über 36 ‰; Süßwasserzuflüsse vom Lande fehlen, somit auch die Zufuhr gelöster Salze.

Auf italienischer Seite münden zahlreiche Flüsse, sie führen große Mengen gelöster organischer und besonders anorganischer Nährstoffe, sie setzen den Salzgehalt etwas herunter und bedingen infolge Temperaturunterschiede eine starke vertikale Strömung und Durchmischung des Seewassers. Solche Verhältnisse lieben die Diatomeen, darin finden sie ihre optimalen Lebensbedingungen, daher ihr starkes Wuchern das ganze Jahr hindurch.

Was bedeuten aber die rund 90 000 Diatomeenzellen pro Liter in der Adria gegenüber den 2 480 000 Diatomeenzellen, die Lohmann für Juni bei Laboe fand! Ungeheuer reich erscheint die Nord- und Ostsee gegenüber den warmen Meeren an Plankton. Diese beiden Meere liefern viele Tausende Tonnen Fische, die in ganz Deutschland und Österreich in der Volksnahrung eine wichtige Rolle spielen. Die Adria vermag kaum den Bedarf der Küstenbevölkerung zu decken.

Die Hydrobiologie hat bisher von den besprochenen neuen Untersuchungs- und Arbeitsmethoden den größten Gewinn genommen; sie werden auch für die Teichwirtschaft und die Hochseefischerei zweifellos von großer Bedeutung sein.

## Besprechungen.

**Lindau, G., Die Algen.** Erste Abteilung. (Kryptogamenflora für Anfänger, Bd. IV, 1.) Berlin, J. Springer, 1914. 8°. 219 S. und 489 Textabb. Preis geh. M. 7,—, geb. M. 7,80.

Lindau hat eine Trennung des überreichlichen Stoffes für nötig erachtet, so daß, wie bei der großen Zahl selbst häufigerer Formen nicht anders zu erwarten, die Algen in 2 Bänden der Kryptogamenflora behandelt werden sollen. Der zunächst erschienene erste Band umfaßt die Schizophyceae, Flagellatae, Dinoflagellatae, Bacillariales. Für diese Gruppen werden Bestimmungstabellen gegeben, und zwar von der ersten Gruppe auf 72, der zweiten auf 46, der dritten auf 8 und der vierten auf 78 Sei-

ten. Es ist dankenswert, daß die Flagellaten, im Gegensatz zu manchen anderen botanischen Werken, mit aufgenommen sind, denn es ist kein Zweifel, daß der Anfänger ihnen dasselbe Interesse wie den Verwandten zuwendet, also auch sie mit kennen lernen will, selbst wenn etwa seiner oder anderer Meinung nach ihre Stellung unter den Algen bezweifelt werden könnte. Die Tabellen sind durchaus übersichtlich und sicher in den meisten Fällen ihrem Zweck entsprechend. Was in ihnen an wichtigen Charakteren der Gruppen auf den ersten Blick zu fehlen scheint, ist von der Art, daß es sich der Beobachtung bei Bestimmungen (und durch den Anfänger) doch wohl entzieht. Diese Angaben finden sich indessen in einigen Abschnitten der Einleitung, wo die Gruppen im Zusammenhang allgemein geschildert sind (auf 22 Seiten). Diese Schilderung wurde nötig, um gegenüber der landläufigen, für ein Anfängerbuch wohl nützlichen Bezeichnung „Algen“, den wissenschaftlichen Standpunkt hören zu lassen. Hier könnte man gelegentlich natürlich in noch nicht geklärten Punkten gegenteilige Meinung äußern; so wäre es immerhin sicherer, das Fehlen des Kerns jetzt nicht ohne weiteres als Hauptmerkmal aller Schizophyten hinzustellen. An anderen Orten wirkt durch die exzerptartige Darstellung manches zu kurz und für den Anfänger nicht gerade anziehend. Dagegen sind biologische Angaben in diesen Abschnitten mit den Notizen über die Fundstellen und Verbreitung der Objekte von besonderem Werte für den Lernenden. Sie werden in passender Weise durch die zusammenfassenden Kapitel über Sammeln, Präparieren und Untersuchen ergänzt. — An Abbildungen sind auf 16 besonderen Textseiten 489 Einzelbilder beigegeben. Sie sind aus bekannteren größeren Werken entnommen (Lemmertmann, Migula, Schönfeld) und wirken in ihrer Kleinheit im ganzen etwas roh, es hätte wohl der Mühe gelohnt, z. B. für Schizophyceen und Flagellaten etwas weniger schematische Bilder neu herzustellen, auch dürften die gebotenen niemals nächstverwandte Formen in verschiedener Vergrößerung und dadurch bedingter Ausführlichkeit nebeneinander zeigen, wie Fig. 74 und 75 es tun. Davon abgesehen aber werden die Bilder die Benutzung des Buches erleichtern. Es entspricht durchaus einem Bedürfnis und kann (vor allem bei Heranziehung der in einem Verzeichnis gebotenen wissenschaftlichen Literatur) in der Hand vieler auch für die Wissenschaft sich als sehr wertvoll erweisen. Denn gerade Umfang des Werkes und Auswahl des Stoffes sind besonders glücklich getroffen. Lehrer, Studierende und Praktiker der Wasseruntersuchung haben bisher ein Werk gleichen Inhalts und Umfangs entbehrt.

F. Tobler, Münster i. W.

**Hess, Richard, Der Forstschutz.** Ein Lehr- und Handbuch. 4. Auflage, vollständig neu bearbeitet von R. Beck. I. Band: Schutz gegen Tiere. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. XIII, 537 S., 250 Abb. und 1 Tafel. Preis geh. M. 16,—.

Das Wiedererscheinen eines so lange vermißten Freundes der forstlichen Welt auf dem Büchermarkte, des *Handbuches vom Forstschutz*, ist ein literarisches Ereignis, das auch in dieser stürmischen Zeit volle Anerkennung und Würdigung erfahren muß. Die Vorzüge des durch drei vorhergehende Auflagen (die letzte v. J. 1898/1900) weit verbreiteten führenden Werkes, dessen Verfasser der hochverdiente Hess (Gießen) ist, sind genügend bekannt, und da den neuen Verfasser Beck (Tharandt), der vom Autor mit der Umarbeitung



betrachtet wurde, die gleiche wissenschaftliche Gründlichkeit, Literaturkenntnis und Sachlichkeit, derselbe Bienenfleiß auszeichnet, wie ihn *Hess* stets zum Ausdruck brachte, so kann man dem Buche die beste Prognose für seine Verbreitung im neuen Gewand stellen und damit für die Erreichung seines hohen Zieles: ein Schutz und ein Mehrer zu sein unseres im Walde investierten gewaltigen Nationalvermögens und seiner Zinsen, deren nachhaltiger Bezug leider infolge des durch Großflächen-Reinbestands- und Kahlschlagwirtschaft in den letzten Jahrzehnten in so bedenklichem Maße herangezögten Schädlings-, speziell Insektenelends so häufig bedroht wird.

Der erste, jetzt erschienene Band handelt vom „Schutz gegen Tiere“, der zweite, dessen Fertigstellung der Krieg verzögerte, soll die Kapitel: Schutz gegen Eingriffe des Menschen, gegen Gewächse und Atmosphärien behandeln. — Sind auch, abgesehen von dieser vorteilhaften, Stoffeinteilung, die Kapitel nach Art und scharfer, bewährter Gliederung der Materie *cet. par.* dieselben geblieben, so ist doch die Mehrung und Vertiefung des Inhalts, entsprechend der in den letzten Jahren einsetzenden großzügigen Forschung besonders auf entomologischem Gebiete, eine ganz enorme, und nur größeres Format, häufigere Anwendung des Petitsatzes und kritische Auslese auf der anderen Seite konnten das für ein Lehrbuch unerwünschte Anschwellen des Umfanges hintanhalten, ohne dabei den enzyklopädischen Charakter des Handbuchs aufs Spiel zu setzen. Der Autor beherrscht und überschaut den Stoff sichtlich von hoher Warte. Der praktische Blick des Forstmannes bewahrte ihn einmal sich in unfruchtbare akademische Fragen einzulassen, sein kritisches stets sachliches Urteil vor kompilatorischer Art, — der erdrückenden Fülle neuzeitlicher Fachliteratur und zweifelhafter Streitfragen gegenüber keine geringe Leistung. — seine wissenschaftliche Gründlichkeit andererseits vor seichter, souveräner Behandlungsweise. So wird sowohl die studierende forstliche Jugend wie auch die ausübende Praxis und jeder Freund des Waldes und seiner Wirtschaft auf seine Rechnung kommen.

Einen bedeutenderen Umfang als in der 3. Auflage nehmen unter der großen Zahl der beschriebenen Schädlinge die immerhin wenigen Tiergruppen ein, die waldverwüstend auftreten oder zum mindesten merklich schädlich sind. So wird im Kapitel „Rotwild“ die Fülle der angeführten Gegenmittel (20 Seiten, früher 4 Seiten; Hauptmittel direkter Stammschutz) gegen die als Reaktion auf die im heutigen Wirtschaftswalde dem Wilde aufgezwungene unnatürliche Lebensweise aufgefaßte Verbiß- und Schälätigkeit des Rotwildes in ihrer Kostspieligkeit und häufigen Erfolglosigkeit unvernünftigen Hegern und Jägern eine Warnung sein, im Kapitel „Kaninchen“ und „Mäuse“ ein der Größe des drohenden Schadens entsprechender Ansporn zu ihrer Erfolg versprechenden Anwendung, vor allem schon bei der Bekämpfung der ersten Anfänge der Plage. Durch Schilderung des Schadens und der genauen, auf biologischer Grundlage beruhenden Bekämpfungsmittel wird dem Forstmann weiterhin das Wollen und Können der Bekämpfung jener durch lavinenartige Vermehrung oft Millionenwerte vernichtenden Schädlinge: Hylobius, Borkenkäfer, Maikäfer, Nonne, Kiefern-Spinner, -Eule, -Spanner an die Hand gegeben. Kehren auch die Mittel bei der Schilderung der Bekämpfung der einzelnen Schädlinge stets wieder: Mischbestände, Kleinschlags- und Wechelschlagwirtschaft, Bestandespflege, Wahl der Holzart, Kulturzeit und Methode, Schonung der Feinde

(Würdigung des Vogelschutzes!), Anbau von Lock- und Futterpflanzen, stetes Sammeln in allen Entwicklungsstadien (bes. Imago) mit und ohne Fang- und Lockmittel, unter Anwendung von Bodenbearbeitung, Giften und Raupenleim, so ist doch immer bei dem oder jenem Insekt der Schwerpunkt erfolgreichster Bekämpfung entsprechend seiner Lebensweise auf dies oder jenes Mittel zu legen oder auf eine Kombination entsprechender Maßnahmen. Danach gelten als Hauptbekämpfungsmittel gegen Hylobius und Maikäfer: Technik des Käfersammelns, Nonne: Leimen und Faltersammeln, Ki-Spinner: Leimen, Ki-Eule und Ki-Spanner: Streuharken und Aufsetzen in Wälle. Besonders klassisch zu nennen ist das wichtige Kapitel über die Nonne, in dem die 24 Seiten der 3. Auflage auf das Doppelte vermehrt sind, der Verfasser in jener berückichtigten Streitfrage sich als Freund des Leimrings erweist und die früher fälschlich „Flacherie“ genannte „Wipfelkrankheit“ der Nonnenraupe eingehend behandelt. — Es tut der Wissenschaftlichkeit des Werkes keinen Abbruch, daß neben der Fülle erprobter Maßnahmen auch Mittel und Methoden erwähnt werden, die zwecklos sind, unbedeutenden oder nur lokalen Wert haben, oder daß nach ihrer Schilderung zuweilen die Frage nach ihrer Wirksamkeit offen gelassen wird. Der „Forstschutz“ von *Beck* ist kein von krassem Autoritätsabsolutismus getragenes Werk, in dem „Hartigische Generalregeln“ aufgestellt und unfehlbare Allerweltsrezepte verabfolgt werden! Stets sich bewußt, wie sehr gewisse „Imponderabilien“ unsere palliativen und radikalen Maßnahmen zum Schutze unserer Wälder beeinflussen, läßt der Verfasser die verschiedensten Erfahrungen zu Worte kommen, kritisiert und erläutert, überläßt es aber oft dem Leser, das für ihn Nutzbringende nach genauem Studium der eigenen Verhältnisse sich herauszusuchen. Nur gedankenlose, subalterne Geister können ihm dies zum Vorwurf machen. Deshalb ist auch der Biologie der Insekten ein weiteres Feld als bisher eingeräumt und das morphologische Moment nur in der allerdings (nach *Nüßlin*, *Escherich* u. a.) wesentlich vervollkommenen Systematik zum Ausdruck gebracht.

Eine stoffliche Kürzung oder Zusammendrängung in Notizform zeigen einige unwichtige Kapitel: Buprestidae, Anobiidae, Phyllobiini, Balanini, Cionini, Chrysomelidae, Noctuidae, Nematus-Arten, Uroceridae, Cecidomyidae, Aphididae. Ausführlicher sind behandelt: die Microlepidopteren (schöne Bunttafel) und Phylloxeridae. Eine Verbesserung bedeutet die Bezeichnung der Seiten mit Stichworten und die Aufnahme von 75 neuen Abbildungen, von denen einige allerdings charakteristischer sein könnten. Daß bei der Namentgebung das Gesetz der Priorität nicht durchgeführt ist, bedeutet keinen Nachteil. Hingegen könnte das Fehlen einer anhangswisen Zusammenstellung der Insekten nach Holzarten und Baumteilen von manchen Praktikern unangenehm empfunden werden. — Eindringlich reden die angeführten statistischen Zahlen von der oft enormen Höhe des durch Tiere im Walde angerichteten Schadens. Gemeinsames, organisiertes Vorgehen, Staatsunterstützung, großzügige Forschung über die Momente der Massenvermehrungen verursachenden Störungen des Gleichgewichts in der Insektenwelt wird immer wieder gefordert. Auf den ausübenden, verantwortlichen Waldwirt aber muß der Gedankenreichtum des Buches anregend wirken, ihn zu eigenem Denken, zu eigenen Beobachtungen und Versuchen anspornen. Wenn etwas imstande ist, die Forstleute aus ihrem, dem Glauben an ihre Ohnmacht

entspringenden, so oft falschen und schädlichen Phlegma unsern Waldverderbern gegenüber aufzurütteln, irrümliche Auffassungen auszurotten und neue, geklärte an ihre Stelle zu setzen, so ist es dieses von warmer Liebe für unsern deutschen Wald getragene tiefgründige Werk.

E. Kluge, Tharandt.

**Die Kultur der Gegenwart**, herausgegeben von Paul Hinneberg. Teil III, Abt. 4, Bd. II: *Strasburger, E., und W. Benecke, Zellen- und Gewebelehre, Morphologie und Entwicklungsgeschichte. I. Botanischer Teil.* Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1913. VII, 338 S. und 135 Abbild. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 12,—.

Der gut ausgestattete Band der Hinnebergschen Sammlung schildert die innere und äußere Gestaltung des Pflanzenkörpers und geht in der Abgrenzung des Stoffes teilweise über das hinaus, was in den üblichen botanischen Lehrbüchern zu finden ist. Dies gilt besonders für die im zweiten Teile von Benecke bearbeitete Morphologie, die, im Augenblicke von anderen Disziplinen und Forschungsrichtungen ein wenig in den Hintergrund gedrängt, in den landläufigen Zusammenfassungen des gesamten botanischen Lehrstoffes etwas zu kurz zu kommen pflegt. Der Natur der Hinnebergschen Sammlung gemäß, ist auf eine ansprechende und leicht lesbare Darstellung großer Wert gelegt, was für die oft spröde Materie des zweiten Teiles nicht immer leicht gewesen sein mag und deshalb besondere Anerkennung verdient. Der erste Teil, die Zellen- und Gewebelehre, stammt aus der gewandten Feder *Strasburgers*, der sich um den Ausbau dieser Gebiete so hohe Verdienste erworben. Es ist die letzte Arbeit des dahingegangenen Forschers, deren Lektüre auch für den Fachmann von großem Reize ist.

J. Buder, Leipzig.

**Die Kultur der Gegenwart**, herausgegeben von Paul Hinneberg. Teil III, Abt. 1: *Die mathematischen Wissenschaften*, unter Leitung von F. Klein. Dritte Lieferung: A. Voß, *Über die mathematische Erkenntnis.* Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. VI, 148 S. Preis geh. M. 5,—.

Die Geschichtsphilosophie der Mathematik besitzt zwar an deutschen Hochschulen keinen besonderen Lehrstuhl, aber sie besitzt in dem Herrn Verfasser dieser Abhandlung einen ausgezeichneten Vertreter, der, ausgerüstet mit stupenden literarischen und historischen Kenntnissen, von einer hohen Warte herab den gesamten Bau der Mathematik in einem Maße, das bei der gewaltigen Ausdehnung und Vielgestaltigkeit dieses Bauwerkes Bewunderung erweckt, überschaut. Die große Teubner-Enzyklopädie hat hiervon besonderen Gewinn gehabt und hat nun nach der inhalts- und geußreichen einleitenden Abhandlung desselben Verfassers, in der die Beziehungen der Mathematik zu anderen Kulturgebieten dargestellt wurden (s. hier, II. Jahrg. S. 614), hier eine höchst wertvolle Abhandlung über die mathematische Erkenntnis erhalten. In dem Teil der Arbeit, den man als den Hauptabschnitt wird ansehen dürfen, wird das Wesen der mathematischen Erkenntnis für „einige Hauptgebiete der Mathematik“, wie der Verfasser sagt, — für „die Hauptgebiete der Mathematik“, wie man unbedenklich behaupten darf — dargestellt. Es liegt in der Natur der Aufgabe, daß in den einzelnen Unterabschnitten im wesentlichen ein kurzer geschichtsphilosophischer Überblick über die Entwicklung des betreffenden Gebietes gegeben wird. Dabei wird überall das prinzipiell, für die Erweiterung und Vertiefung der mathematischen Erkenntnis Wesentliche hervorgehoben. Um dies an dem allgemein bekannten Beispiel eines berühmten Problems und

eines klassischen Werkes der Mathematik darzutun, so seien die Worte wiedergegeben, mit denen *Gauß'* Doktordissertation, also sein erster Beweis für den Fundamentalsatz der Algebra, gewürdigt wird: „Die Bedeutung der Gaußschen Inauguraldissertation von 1799 für die Erkenntnis besteht nicht nur in der Beantwortung dieser einzelnen Frage (nach der Existenz der Wurzeln einer algebraischen Gleichung), sondern vielmehr darin, daß hier das erste Beispiel eines *Existenzbeweises* gegeben wurde, d. h. des Nachweises, daß ein mathematischer Begriff nicht nur durch induktive, auf der Beobachtung zahlreicher Fälle beruhende Annahmen, sondern durch allgemeine Voraussetzungen gesichert sein muß. Von da an treten die Existenzbeweise bei allen prinzipiellen Fragen der Analysis in den Vordergrund.“ (S. 78.)

In dem zweiten Hauptabschnitt der Arbeit, der „die transiente Geltung der mathematischen Erkenntnis“ zum Thema hat, ist naturgemäß der größte Teil der Ausführungen den Anwendungsgebieten: Geometrie, Mechanik, Wahrscheinlichkeitsrechnung, gewidmet. Um auch hier eine Kostprobe zu bieten, so seien die kritischen Worte herausgegriffen, mit denen der Herr Verfasser zu dem berühmten Worte *Gustav Kirchhoffs* Stellung nimmt, wonach die Aufgabe der Mechanik bekanntlich darin bestehen soll, „die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben“. „Es ist aber“, so bemerkt unser Autor dazu, „Kirchhoff weder gelungen, den Begriff der ‚einfachsten‘ Beschreibung festzustellen, noch eine wirkliche Entwicklung der ‚Beschreibung‘ durchzuführen. Seine Darstellung ist ausgezeichnet durch eine bis dahin vielleicht noch nicht erreichte Knappheit und Eleganz, aber ein prinzipielles Festhalten an seinem Standpunkt würde der Mechanik die Kraft rauben, durch die sie uns die Naturerscheinungen verstehen lehrt: die *Begründung* der Formeln, die zur Beschreibung dienen können. Auch ist es nicht das Endziel der Mechanik, die Bewegungen nur zu beschreiben. Das würde z. B. die epizyklische Theorie einfacher und ebenso vollständig leisten, wie die kopernikanische. Sondern sie will mit Hilfe einer möglichst geringen Zahl von Voraussetzungen den *Zusammenhang der verschiedenen Bewegungen erkennen*.“ (S. 126/7.)

Großes Interesse, insbesondere auch bei Nichtfachmännern, verdient der einleitende Teil der ganzen Abhandlung, auf den daher hier noch ausdrücklich hingewiesen sei: Der Herr Verfasser bespricht hier die psychologische Entstehung mathematischer Begriffe und Theorien, also die Art, wie neue mathematische Gedanken beispielsweise von dem Hirn eines *Newton*, *Gauß*, *Jacobi* geboren wurden. Auch andere damit zusammenhängende Fragen werden erörtert, z. B. die nach der Existenz einer eigentümlichen, spezifisch mathematischen Geistesveranlagung, eine Annahme, die der Verfasser in dem Sinne, in dem sie gewöhnlich gemacht wird, mit Recht ablehnt. Mit ebensoviel Recht erklärt sich der Herr Verfasser gegen die unreifen und unwissenschaftlichen Anschauungen, die *P. J. Moebius*, in Anlehnung an *Gall*, über ein menschlichen Gehirn lokalisiertes „mathematisches Organ“ entwickelt hat; die hiergegen gemachten Ausführungen unseres Autors sind glücklich und geistvoll und mögen daher zum Schluß hier gleichfalls noch wiedergegeben werden: „Wir halten“, so heißt es, „diese Ansicht in Rücksicht auf die fast völlige Unkenntnis, in der wir uns immer noch über die Abhängigkeit einzelner bestimmter Geistestätigkeiten von

lokalen Verhältnissen der Gehirnbildung befinden, weder für beweisbar noch auch mit Sicherheit statistisch bestätigt. Nur das ist nicht zu bezweifeln, daß bestimmte Innervationsvorgänge, die zur Auslösung der Bewegungen, des Gedächtnisses, der Sprache usw. nötig sind, an bestimmte Stellen des Gehirns gebunden sind. So läuft denn die obige Ansicht eigentlich auf die allgemeine Tatsache hinaus, daß in der Physiognomie des gereiften Menschen auch sein geistiges Leben zu einem gewissen Ausdruck kommt. Der durchdringende Blick des Malers, der abstrakte Ausdruck des Juristen, die eigentümliche Physiognomie des klassischen Philologen, die Entschlossenheit, die sich im Gesichte des Militärs ausspricht, das bewegliche Antlitz des Schauspielers — alle diese typischen Züge scheinen ebensogut erklärlich durch eine Summation von Einwirkungen, die auf Veränderungen in der Konfiguration des Gesichtes, welche allmählich in charakteristischer Weise auch die Ausbildung einzelner Knochenpartien beeinflussen, infolge einer das ganze Wesen des Menschen andauernd in Anspruch nehmenden Beschäftigung beruhen.“ (S. 11.)

W. Ahrens, Rostock i. M.

**König, Julius, Neue Grundlagen der Logik, Arithmetik und Mengenlehre.** Leipzig, Veit & Comp., 1914.

VIII, 259 S. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 9,—.

An der Grenze von Philosophie, Mathematik und Physik gibt es einige Gebiete, die von einer unsichtbaren Mauer heiligen Schauers umgeben sind, so daß man sich nicht getraut, in sie einzudringen; man muß fern bleiben, wenn man sich ihnen nicht ganz verschreiben will. Zu diesen Gebieten gehört ganz besonders die „Mengenlehre“, eine Art von höherer Arithmetik, aber von dieser unterschieden durch die weit größere Allgemeinheit ihrer Gesetze, die nicht, wie unsere begrenzte Erkenntnis zu fordern scheint, vor dem Unendlichen Halt machen, und die sich über den Satz des Widerspruchs kühn hinwegsetzen. Eine Lehre, von der man, wenn man nicht die allernächsten beruflichen Beziehungen zu ihr hat, fern bleibt, weil man erstens weiß, daß man davon völlig in Anspruch genommen werden wird, und weil man zweitens nicht weiß, was denn das Ganze soll, ob und was für Beziehungen zu irgendeiner uns aus Leben und Wissenschaft bekannten Realität die Lehre hat. So ging es auch dem Referenten, bis ihm durch die — größtenteils noch unveröffentlichten — Arbeiten eines jungen Freundes eine solche Beziehung offenbar wurde, nämlich die zur Theorie der Musik, insbesondere der Harmonie und Melodie.

Zu den Mathematikern, die diese höhere Logik und Arithmetik in den letzten Jahrzehnten begründet und ausgebaut haben, gehört außer Männern wie Cantor, Russel, Pringsheim, Zermelo, Hausdorff, Hessenberg u. a. auch der ungarische Mathematiker König. Die zusammenfassende Frucht seiner Studien, die ihn während der letzten acht Jahre seines Lebens beschäftigt haben, liegt nun in dem obigen, von seinem Sohne herausgegebenen Buche vor; einem Buche, das vielleicht am besten geeignet ist, auch weitere Kreise für die Materie zu interessieren, wenn nicht gar zu begeistern. Denn es wird hier ein systematischer Aufbau der möglichen Denkbereiche vorausgeschickt, es wird zunächst wie von „Menschen zu Menschen“ gesprochen, und erst nach und nach wird die spezifische und den Laien beängstigende Sprache der neuen Disziplin eingeführt. Es wird auch besonderer Eifer entfaltet, um die in der Lehre enthaltenen Abstraktionen

und Widersprüche faßlich zu machen und auf ihren Kern zurückzuführen. Freilich ist es durchaus erforderlich, die ganze Aufmerksamkeit zusammenzunehmen und das Buch von Anfang bis zu Ende, von den „ersten Tatsachen“, von den „Erlebnissen des Bewußtseins“ bis zum Schlusse, also bis zur „Antinomie der Menge aller Dinge“ und bis zum „Wohlordnungssatz“ mit aller Ruhe und Vorsicht zu studieren. Kein Zweifel, daß die dabei aufzuwendende große Mühe sich reichlich belohnen wird, indem sie zeigt, wie der menschliche Geist fähig ist, sich über die ihm anscheinend gesteckten Erkenntnisgrenzen zu erheben und ein verallgemeinertes Bild von den geistigen Möglichkeiten zu gewinnen. Daß dieses Bild zunächst rein formal zu sein scheint, braucht ihn nicht zu beirren; ist doch schon eingangs gesagt worden, daß die Brücke zu Realitäten später hier und dort zu schlagen ist, und daß für diese Anwendungen vorläufig nicht einmal eine Grenze abzu sehen ist.

Felix Auerbach, Jena.

**Müller, Hugo, Die Mißerfolge in der Photographie und die Mittel zu ihrer Beseitigung.** (Photographisches Fehlerbuch.) 4. verbesserte und vermehrte Auflage. Enzyklopädie der Photographie. Heft 7. I. Teil: Negativverfahren. Halle, Wilhelm Knapp, 1913. 113 S., 4 Figuren im Text, 8 Tafeln und ein Sachregister. Preis geh. M. 2,—.

Das Buch dürfte dem Liebhaber- und Berufsphotographen als Hilfs- und Nachschlagewerk bei der Ausübung des *Negativverfahrens* gleich wertvoll und zweckdienlich sein. Der Stoff verteilt sich auf 19 Kapitel, welche wohl so ziemlich alle bis heute erklärbaren Fehlerursachen bringen, denen der Praktiker bei den einzelnen Operationen mit photographischen Platten und Films am häufigsten ausgesetzt ist. Ein ausführliches Sachregister erleichtert das Auffinden der Fehler nach ihrer äußeren Charakteristik. Der Besprechung der *Ursache* eines jeden Fehlerphänomens folgt unmittelbar das „Rezept“ für die entsprechende *Abhilfe*. Besonders verwiesen sei auf das Kapitel der verschiedenen Entwickler, welches neben erprobten Vorschriften über deren vorteilhafteste Zusammensetzung vor allem die bei Verwendung der einzelnen Entwickler möglicherweise auftretenden „individuellen“ Fehler und Anleitung für ihre sichere Beseitigung bringt. — Nicht zustimmen kann der Berichterstatter der Kürzung jener die *Optik* betreffenden Abschnitte. In der vorliegenden Form bieten sie für den wißbegierigen Laien wenig Anschauliches. Durch einige in der nächsten Auflage anzubringende schematische Zeichnungen mit kurzer Erläuterung ließe sich dieser an sich nicht allzuschwer ins Gewicht fallende Mangel beseitigen, der im übrigen die vorzügliche Brauchbarkeit des Werkes in der photographischen Praxis in keiner Weise beeinträchtigt.

W. Bachmann, Göttingen.

## Zeitschriftenschan.

**Annalen der Physik, Heft 5, 1915.**

*Über die Erzeugung von Röntgenstrahlen durch langsame Kathodenstrahlen;* von Elizabeth E. Laird. Unter 200 Volt Primärspannung ist eine Röntgenstrahlung in diesen Versuchen nicht erhalten worden. Falsche Ergebnisse, die Röntgenstrahlen bei niedrigerer Spannung ergeben, werden mit undichtem oder kleinem Fenster zwischen Entladungsraum und Meßraum leicht erhalten. Gegen 400 Volt wächst die Intensität schnell. Sie ist praktisch unabhängig vom Material der Antikathode. Rohe Absorptionsmessungen sowie Geschwindigkeitsmessungen der sekundär ausgelösten Elektronen sind angegeben.

Der molekulare Gaswiderstand gegen eine sich bewegende Platte; von Martin Knudsen. Es wird theoretisch und experimentell gezeigt, daß der Widerstand gegen einen sich durch ein Gas bewegendes Körper von dem Akkomodationskoeffizienten (des Gases und der Oberfläche des Körpers) abhängt, wenn die Dimensionen des Körpers nicht groß sind im Verhältnis zur mittleren Weglänge der Gasmoleküle.

Zur Theorie des longitudinalen Stoßes cylinderischer Stäbe; von M. Voigt. Die ältere elastische Theorie des Stoffes (Neumann, Saint Venant) hatte sich mit Beobachtungen des Verfassers nicht im Einklang erwiesen und war von ihm deshalb bezüglich der Grenzbedingungen für die Stoßstelle modifiziert worden (1882). Neuerdings hat Ramsauer (1909) mit anderen Anordnungen die alte Theorie in Annäherung bestätigt. In der vorliegenden Abhandlung wird gezeigt, daß wie die Beobachtungen des Verfassers auch diejenigen Ramsauers sich der neuen Theorie fügen.

Über metamagnetische Legierungen; von Kurt Overbeck. Bei Untersuchungen der magnetischen Eigenschaften von Kupfer-Zink-Legierungen ergab sich bei einigen eine Abhängigkeit des Magnetisierungskoeffizienten von der Feldstärke. Sie erwiesen sich in schwachem Felde als paramagnetisch, in starkem Felde als diamagnetisch. Ihr Magnetismus ging also bei stärker werdendem Felde aus dem Paramagnetismus in den Diamagnetismus über. Wegen dieses Überganges erhielt er den Namen Metamagnetismus. Der Grund wurde in Eisenbeimengungen gefunden; jedoch ist es keine allgemeine Eigenschaft des Eisens, Metamagnetismus zu erzeugen. Das ging aus Untersuchungen an Legierungen von Eisen und reinem Zink hervor, von denen eine mit bestimmtem Eisengehalt (1,35 %) in jedem Felde als vollkommen indifferent gefunden wurde. Die untersuchten Kupfer-Zink-Legierungen bestanden zu ungefähr gleichen Teilen aus Kupfer und Zink und zur Erzeugung des Metamagnetismus war ein Eisenzusatz von nur 0,0233 % nötig.

Gesetzmäßigkeiten im Platinspektrum; von Emil Paulson. Der Verf. zeigt, daß das Platinspektrum in Ähnlichkeit mit anderen früher untersuchten Linienspektren im wesentlichen gebaut ist von sich wiederholenden Gruppen von Linien mit konstanten Schwingungskoeffizienten zwischen ihren Wellenzahlen. Der Verf. stellt 34 solcher Gruppen von je 10 Linien fest. Es gibt aber noch viele Bruchstücke dieser Gruppen, so daß wahrscheinlich die meisten Linien des Spektrums dem aufgedeckten System angehören.

#### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. März 1915.

Über den Einfluß der Zeit auf die Festigkeitseigenschaften von Kolophonium-Wachs-Gemischen; von F. Hauser. In Kolophonium-Wachs-Gemischen mit 2 und mehr Prozent Wachsgehalt kristallisiert allmählich Wachs aus. Trotzdem bleibt die Bruchfestigkeit wie die des reinen Kolophoniums unverändert. Dagegen nimmt die Brüchigkeit der Gemische allmählich zu, da jeder Wachskristall eine weniger widerstandsfähige Stelle bildet, während die Brüchigkeit des reinen Kolophoniums infolge des Ausgleichs der Gußspannungen abnimmt.

Zur Frage nach einem Emissionsgesetze der homogenen Röntgenstrahlen; von J. Laub. Sowohl für die K- als auch für die L-Reihe der Fluoreszenzstrahlen lassen sich die spezifischen Absorptionskoeffizienten in Al darstellen durch Formeln von der Form  $\left(\frac{\lambda}{\rho}\right)_{Al} = \frac{K}{N^p}$ , wobei die Zahl  $N$  die Stellung des Elementes im periodischen System charakterisiert,  $K$  bzw.  $p$  Konstanten bedeuten. Für die von Laub früher gefundene Fluoreszenzstellung gilt dasselbe, nur daß hier

die Konstante  $K' = nK$  ist, wo  $n$  die Werte 1, 2 . . . 7 haben kann.

#### Meteorologische Zeitschrift; Februar 1915.

Neue Dämmerungsstudien auf Grund langjähriger Zodiakallichtbeobachtungen; von J. Maurer. Die vieljährigen Zodiakallichtbeobachtungen des Toggenburger Forschers Friedrich Schmidt werden in vorstehendem Artikel einer eingehenden Würdigung unterzogen, im Hinblick besonders auf die vielseitigen und unermüden jüngsten Arbeiten genannten Forschers auf dem Gebiete des Dämmerungsproblems, wobei sich ergibt, daß zwischen Dämmerung und Zodiakallicht zweifellos sehr wichtige und ganz eigenartige Beziehungen bestehen, und ferner klar hervorgeht, daß alle die feinen Vorgänge der Nachtdämmerung noch gar nicht ernsthafter abgesucht sind. Die über den ganzen Jahresverlauf ausgedehnten Zodiakallicht- und Dämmerungsbeobachtungen ergaben den Tatbestand, daß selbst bei einer Sonnendepression von  $-29^\circ$  (unter dem Horizont) der Dämmerungsbogen in tiefster Nacht noch klar vor Augen tritt.

Die jährlichen und täglichen Änderungen der Richtung und Stärke des Südost-Passates im Atlantischen Ozean; von J. v. Hann. Nach den Beobachtungen und Registrierungen der Windrichtung und Stärke an den Orten Insel Fernando Norouba  $3^\circ 50' S. Br.$ , Quixeramobim  $5^\circ 16' S.$ , Ascension  $7^\circ 55' S.$  und S. Helena  $16^\circ 0' S.$  wird gezeigt, daß die Richtung des Südost-Passates keiner bemerkenswerten jährlichen und täglichen Änderung unterliegt. Die Stärke des Passates erreicht recht übereinstimmend an den genannten Orten ein Maximum im Oktober und November, und ein Minimum im März und April, im Zusammenhange mit der Vorlagerung des Palmengürtels. In der gleichen Periode treten zwei Maxima und Minima auf, welche in einer überraschenden Übereinstimmung mit der täglichen Periode des Lichtdruckes stehen.

Zum täglichen Gange der relativen Feuchtigkeit; von A. Defant. In einer in der Meteorologischen Zeitschrift erschienenen Abhandlung Dr. A. Defants „Zum täglichen Gange der relativen Feuchtigkeit“ wird mit Hilfe der theoretischen Beziehungen zwischen Dampfdruck und relativer Feuchtigkeit und der empirischen Formel von Magnus untersucht, inwieweit der tägliche Gang der relativen Feuchtigkeit von der Wasserdampfzufuhr während des Tages und der täglichen Änderung der Temperatur abhängt. Wie gezeigt wurde, läßt sich bei Berücksichtigung beider Faktoren der tägliche Gang der relativen Feuchtigkeit direkt berechnen. Die theoretische Schwankung stimmt mit der beobachteten innerhalb der Fehlergrenzen sehr gut überein.

Neue Beiträge zur Kenntnis der täglichen Periode der Gewitter; von J. v. Hann. Die Ergebnisse einer Arbeit von Dr. Wolf werden diskutiert, der die tägliche Periode der Gewitter bei verschiedenen Wetterlagen in Nieder-Österreich untersucht hat. Das Nachmittagsmaximum zwischen 4 h und 5 h tritt stets verschieden auf, das kleine, aber interessante Maximum um 5 h morgens nicht bei allen Wettertypen. Dasselbe hat in Nieder-Österreich zumeist seine Ursache in dem Einbruche kälterer Luftmassen von Westen her, aber auch in dem nächtlichen Vorübergange von Barometer-Minima. Der recht komplizierte tägliche Gang der Gewitterhäufigkeit ist ein Ergebnis der lokal entstandenen Gewitter nach dem Eintritt des Maximums der Temperatur und des Eintreffens von zugewanderten Gewittern, die von einem entfernten Gewitterherd herkommen. Im Gebirge überwiegen deshalb die Nachmittagsgewitter, in den Niederungen wird durch die zugewanderten Gewitter das Nachmittagsmaximum verschoben oder es tritt noch ein zweites Maximum einige Minuten später gegen Abend auf.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 18.

30. April 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Gewässer der Bucht von San Francisco. Von  
*Prof. Dr. Gerhard Schott, Hamburg.* S. 225.

### Besprechungen:

Ur Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter. S. 230.

Jahrbuch der Moorkunde. S. 231.

*Ruttner, F.*, Bemerkungen zur Frage der vertikalen Planktonwanderung. S. 232.

*Cammerloher, H.*, Die Grünalgen der Adria. S. 232.

Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria).  
3. Skelettierende Fischasseln. S. 233.

Astronomische Mitteilungen. S. 234.

Kleine Mitteilungen. S. 235.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Bodenkunde

Von

**Dr. E. Ramann,**

o. ö. Professor an der Universität München.

Dritte, umgearbeitete und verbesserte Auflage.

Mit 63 Textabbildungen und 2 Tafeln.

Preis M. 16.—; in Leinwand gebunden M. 17.40.

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**



## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

**Redaktion der „Naturwissenschaften“**

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die eingepaltete Petizelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 28 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

**Verlagsbuchhandlung von Julius Springer**  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

## Umwelt und Innenwelt der Tiere.

Von

**J. von Uexküll,**

Dr. med. hon. c.

Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.—.

## Die Reizbewegungen der Pflanzen.

Von

**Dr. Ernst G. Pringsheim,**

Privatdozent an der Universität Halle.

Mit 96 Abbildungen.

Preis M. 12.—; in Leinwand gebunden M. 13.20.

## Die Variabilität niederer Organismen.

Eine deszendenztheoretische Studie.

Von

**Dr. Hans Pringsheim.**

Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.—.

Soeben erschien:

# Chemie und Struktur der Pflanzen-Zellmembran

Von

**Dr. J. König und Dr. E. Rump**

in Münster i. W.

Mit 9 Tafeln und mehreren Textabbildungen

Preis M. 2.80

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

30. April 1915.

Heft 18.

## Die Gewässer der Bucht von San Francisco.

Von Prof. Dr. Gerhard Schott, Hamburg.

Wenn —, ja wenn der Weltkrieg nicht gekommen wäre, so würden sich im Januar 1915 Vertreter der Flotten aller größeren Nationen in Westindien zur Feier der Eröffnung des Panamakanals vereinigt haben und aller Voraussicht auch bis San Francisco weitergedampft sein, um daselbst der Weltausstellung beizuwohnen und ihren Glanz zu steigern. Eine Monographie über die Bucht von San Francisco hätte dann aktuelles Interesse gehabt. Aber auch ohne dies verdient die hinter dem „Goldenen Tor“ sich öffnende, berühmte Meeresbucht eine Beschreibung ihrer Naturverhältnisse, besonders nach der geographisch-physikalischen Seite, weil die ganz unvergleichliche Gunst ihrer Lage an der Westküste Nordamerikas früher oder später durch den Panamakanal noch gewaltig gemehrt werden wird. Die Unterlage für eine derartige Schilderung liefern amerikanische Untersuchungen, die in den Jahren 1912 und 1913 von der California-Universität in Berkeley, in Verbindung mit dem U. S. Bureau of Fisheries, angestellt worden sind, im wesentlichen unter Benutzung des rühmlichst bekannten Forschungsdampfers „Albatross“<sup>4)</sup>. Die Oberleitung der wissenschaftlichen Arbeiten hatte F. B. Sumner; G. D. Louderback untersuchte die Bodenproben, W. L. Schmitt und E. C. Johnston vom Stabe des „Albatross“ werden die rein hydrographischen Aufnahmen verdankt. Die Wichtigkeit der Ratschläge und praktischen Erfahrungen von C. A. Kofoid, die dem Unternehmen zur Seite standen, wird mehrmals hervorgehoben. Wirtschaftliche Gründe haben nicht wenig zum Studium der biologischen und physikalischen Verhältnisse gedrängt, indem z. B. der Ertrag der kalifornischen Austernbänke (vorwiegend in der San Francisco-Bai) in den Jahren 1899 bis 1912 in der Quantität um 83 %, im Werte des gelösten Geldes um 590 000 Dollar abgenommen hat.

An fast allen den zahlreichen Stationen wurde zoologisch und zugleich hydrographisch gearbeitet; die Ergebnisse des zoologischen Materials stehen hier nicht zur Erörterung. Von jeder Station sind getrennte Beobachtungen für die Ebbe und solche

für die Flut vorhanden. Unter den benutzten Instrumenten fällt eine neu beschriebene, nicht weniger als 2,8 m lange und 80 kg schwere *Boden-sonde* auf, die zylindrische Bodenproben bis zu 180 cm Länge aussticht, allerdings nur aus feinsandigem oder tonigem Grund. Die Temperaturen des Wassers sind leider nicht mit den in der internationalen Meeresforschung heute allgemein eingeführten Richterschen Kippthermometern, sondern mit den alten englischen *Negretti-Zambra*-Kippthermometern gemessen, deren Skala, wie die Berichterstatter selbst bemerken, „reichlich klein war“; auf größere Genauigkeit kann also kein Anspruch erhoben werden. Noch überraschender ist die Tatsache, daß man die Oberflächentemperaturen ebenfalls mit diesen Thermometern gemessen hat, und zwar, indem man sie 1 oder 2 Fuß unter die Oberfläche versenkte (!). Daß diese Werte kaum einen genügenden Aufschluß über die so ungemein wichtigen Wärmeverhältnisse der klimatisch wirksamen Oberfläche gewähren können, liegt auf der Hand. Die Bestimmungen des Salzgehaltes vom Jahre 1912 sind erst später durch Normalwasser, das man von der Zentralstelle aus Kopenhagen bezogen hatte, endgültig reduziert (um ca. 0,7 ‰ verkleinert) worden, und man muß im Berichte, z. B. S. 64, aufpassen, ob die Diagramme und Tafeln korrigierte oder unkorrigierte Werte darstellen.

*Räumliche Verhältnisse.* In die Bucht, von deren geographischer Lage Fig. 1 eine Vorstellung gibt, führt das Goldene Tor (Golden Gate) hinein, das an seiner engsten Stelle gerade eine Seemeile (1 Sm = 1,85 km) breit ist, aber Tiefen bis zu 126 m aufweist; diese Tiefen überschreiten so erheblich die in der Bucht selbst gültigen durchschnittlichen Werte von rund 7 m, daß sie wohl nur durch die Natur der Goldenen Pforte, die einen Querbruch im Gebirge darstellt, erklärt werden können, also tektonisch bedingt sind und nicht etwa eine Wirkung der starken Gezeitenströmungen darstellen.

Die San Francisco-Bucht verläuft bei einer NzW—SzO-Richtung parallel zur Küstenlinie und zum Küstengebirge; lassen wir die östlich von der Carquinez-Straße belegene Suisun-Bay, wo die Flüsse Sacramento und Joaquin münden, außer Rechnung, so erhalten wir eine Länge der Frisco-Bucht in Luftlinie von 83 km, auf dem Wasserwege von rund 100 km, bei einer durchschnittlichen Breite von 10 km.

Die gesamte Wasserfläche, also einschließlich der Suisun-Bucht im Nordost, wird von den Amerikanern zu 1200 km<sup>2</sup> angegeben; dies ent-

<sup>4)</sup> University of California Publications in Zoology, vol. 14, Nr. 1: a report upon the physical conditions in San Francisco Bay, based upon the observations of the U. S. Fisheries steamer „Albatross“ during the years 1912 and 1913. Berkeley, Juli 1914. pp. 1—198. pls. 1—13.

spricht der doppelten Größe des Genfer Sees. Die mittleren Tiefen der Bucht sind — im großen Gegensatz zum eben genannten Alpensee — außerordentlich gering, indem 82 % der Fläche Tiefen von < 9 m (5 englischen Faden), 70 % sogar Tiefen von < 5,5 m (3 Faden) aufweisen. Das Ganze ist also eigentlich nur ein vom Wasser seicht überspültes Längstal zwischen den Cordilleren, das vermöge des Querbruches beim Goldenen Tor Verbindung mit dem Ozean erhalten hat. Die große Begünstigung der Schifffahrt liegt darin, daß von See herein bis vor die Stadt und nach der Seite von Oakland hinüber tiefere Rinnen führen, die mit 20, 30, auch 40 m Wassertiefe

den engsten Querschnitt des Goldenen Tores passieren und gestattet somit die Berechnung der durchschnittlichen Stundengeschwindigkeit der Gezeitenströmung zu 2,6 km. Diese Zahl gilt aber, wohl gemerkt, für das ganze Profil von der Oberfläche bis zum Boden. In Wirklichkeit steigern sich an der Oberfläche der engen Passage die maximalen Geschwindigkeiten bis zu 10 bis 12 km/Stunde. Auf den breiteren Flächen der Bucht selbst sinkt diese Stromgeschwindigkeit der Oberfläche sofort stark herab bis auf etwa 3 km für den Ebbestrom, etwa 2,2 km für den Flutstrom. Ganz allgemein zeigen die Gebiete der Frisco-Bucht um so weniger Bewegung, je seichter

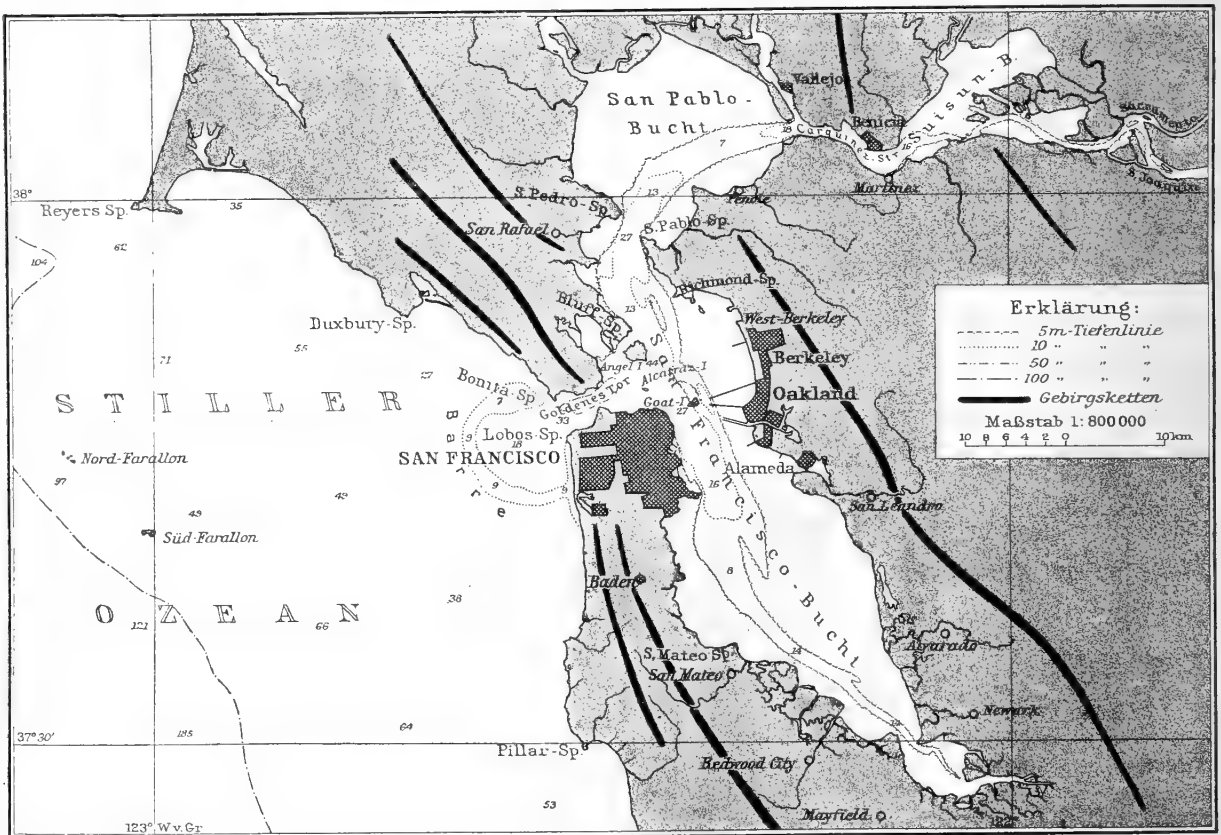


Fig. 1. Geographische Lage und Tiefen der Bucht von San Francisco nebst Umgebung.

selbst den größten Fahrzeugen unbehinderte Einfahrt gewähren, sobald sie nur die draußen in einem Halbkreis vorgelagerte Barre passiert haben, auf der bei Niedrigwasser meist nur 9 m Tiefe gemessen wird (s. auch das Profil der Fig. 2).

Bei einem mittleren Tidenhub von 1,38 m schwankt die jeweils in der Bucht vorhandene Wassermasse zwischen 6,2 km<sup>3</sup>, d. h. 6200 Millionen Kubikmeter (für Niedrigwasser) und 7,5 km<sup>3</sup> (für Hochwasser); die Differenz von 1 300 000 000 cbm entspricht 17 % des bei Hochwasser vorhandenen Wasserquantums. Die letztgenannte Menge muß innerhalb bekannter Zeit

sie sind, so daß sehr große Flächen fast stagnieren und sehr reichlicher Schlammablagerung unterworfen sind. Nur im Goldenen Tor fehlt letztere ganz, da die Stärke der Tidenströme alle weichen und leichten Massen fortspült; hier findet man den Boden von sehr grobem Sand und Steinen bedeckt.

Die genaue Untersuchung der gewonnenen Bodenproben auf Kalkgehalt, Stickstoffgehalt, pflanzliche Beimengungen usf. konnte in Amerika noch nicht erledigt werden, und daher ist dieser z. B. für die Austernzucht so wichtige Punkt noch nicht näher behandelt; im allgemeinen herrschen im nördlichen Teile der Bucht

feine Sande vor, im mittleren gröbere Sande und Steine nach dem Goldenen Tor hin, im südlichen Teile toniger Schlamm usw.

Die soeben mit Worten gegebene Dreiteilung der Bucht ist hier, wie auch in den folgenden Zeilen, so zu verstehen, daß als nördlicher Teil (upper bay) die von der Carquinez-Sträße bis zur Linie San Pedro-Spitze—San Pablo-Spitze sich dehnende Fläche gilt; sie führt auch den Spezialnamen San Pablo-Bucht. Als mittleren Teil (middle bay) rechnen die Amerikaner die daran sich anschließende Fläche bis zur Linie Ferry Building (San Francisco-Stadt)—Goat-Insel—Oakland Hafen; seewärts wird dieser Teil von Bonita-Spitze—Lobos-Spitze begrenzt; was unsere Fig. 1 (S. 226) erkennen läßt. Was südlich von der Stadt San Francisco sich erstreckt, heißt südlicher Teil oder lower bay; es ist das längste, aber auch flachste Stück der Bucht.

Die überaus merkwürdigen klimatischen Verhältnisse der gesamten nordamerikanischen West-

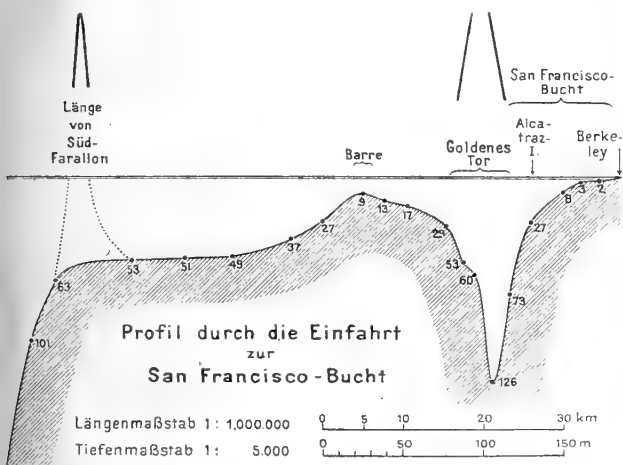


Fig. 2.

küste etwa zwischen  $43^{\circ}$  und  $33^{\circ}$  N-Br., die bei San Francisco einen Höhepunkt erreichen in äußerst kühlen Sommern, milden Wintern und eigenartiger Regen- und Nebelverteilung, sind vielfach von den Klimatologen geschildert; Übereinstimmung besteht jetzt darin, daß das kühle, aus den Meerestiefen aufsteigende Wasser des offenen Ozeans eine, wenn nicht die alleinige Ursache für dieses Klima und alle seine Folgen abgibt. Daher ist es sehr wichtig, die Wassertemperaturen der Bucht selbst nunmehr aus den amerikanischen Arbeiten kennen zu lernen und dann zu vergleichen mit den Temperaturen des angrenzenden Meeres, auch mit denen des Meeres auf der atlantischen Seite unter gleicher geographischer Breite. Wer von ozeanographischen Feinheiten absehen und das Problem mehr als geographisches erfassen will, kann aus den vielen Tabellen, die mitgeteilt werden, entnehmen, erstens, daß im allgemeinen nur ein unbedeutender Wärmeunterschied zwischen Beobachtungen zur Flutzeit und solchen zur Ebbe-

zeit besteht, und zweitens, daß für die meisten Fragen die Messungen von der Oberfläche unbedenklich mit denen vom Boden vereint werden dürfen. Denn im Jahresmittel ist das Wasser des Grundes — die Tiefen, um die es sich handelt, sind ja meist sehr mäßige, wie wir oben sahen — nur um  $0,3^{\circ}$  kälter als das der Oberfläche, im Sommer steigt dieser Unterschied allerdings bis auf  $0,6^{\circ}$ , er verschwindet aber im Winter fast ganz und kehrt sich sogar zeitweise dem Sinne nach um, so daß dann das

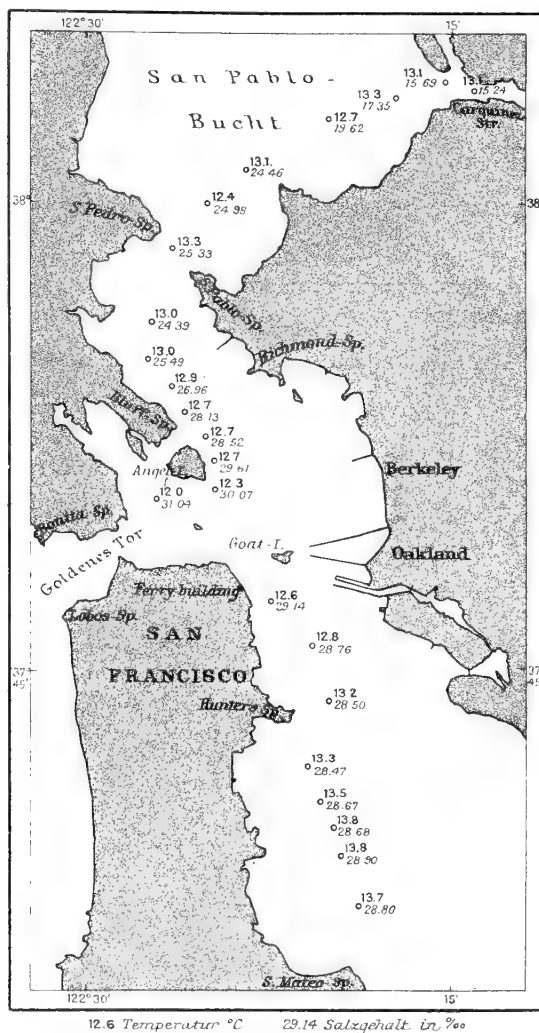


Fig. 3. San Francisco-Bucht: Verteilung der Temperatur und des Salzgehaltes im Jahresmittel an der Oberfläche.

Bodenwasser um eine Kleinigkeit wärmer als das Oberflächenwasser ist. Wirft man also alle Temperaturmessungen der wechselnden Tiefen und Tiden zusammen, so ergibt sich ein Jahresmittel des Wassers der Bucht von San Francisco =  $12,93^{\circ}$ , d. h. rund  $13^{\circ}$  C.

Dagegen gewinnen die aus unserer Fig. 3 ersichtlichen Wärmeunterschiede, die aus der geographischen Lage folgen, Bedeutung. Sowohl die nördlich als auch die südlich vom Goldenen Tor

belegenen Wassermassen sind unverkennbar wärmer als die dem offenen Ozean nächste Region bei dem Goldenen Tor. Einer Wassertemperatur von 13,7° in der lower bay etwa halbwegs zwischen Hunters-Spitze und San Mateo-Spitze, einer Wassertemperatur von 13,1 bis 13,3° in der upper bay vor der Carquinez-Straße steht die Wassertemperatur von nur 12,0° eben innerhalb des Goldenen Tores gegenüber; d. h. im Jahresdurchschnitt übt das vom Ozean hereindringende Wasser offenbar einen stark abkühlenden Einfluß aus. Dies gilt auch für die Jahreszeiten Sommer und Herbst. Im Winter dagegen und im frühen Frühjahr erscheint das Gebiet eben innerhalb des Goldenen Tores vergleichsweise warm, wie aus der nachfolgenden Zusammenstellung hervorgeht.

Zeit	Nördlichster Teil der Bucht	Bei dem Goldenen Tor. in der Bucht	Südlicher Teil der Bucht
Juli 1912 . .	18,8	14,0	19,1
Jan. 1913 . .	6,2	9,1	7,9
Schwankung	12,6	4,9	11,2

Das Ozeanwasser wirkt somit sehr kräftig auf eine Verminderung der Jahresamplitude des Wassers in der Bucht, es stumpft die Extreme daselbst ab. Aber der jährliche Gang der Wassertemperatur in der San Francisco-Bucht ist gleichwohl *verschieden* von dem der Wassertemperatur draußen im Ozean und auch verschieden

gar April einzutreten *scheint* (sicher ist dies noch nicht), findet sich ein überaus charakteristisches sekundäres Minimum im August mit 13° und ein gleiches sommerliches Wärmeminimum<sup>1)</sup> weist die Lufttemperatur der Stadt San Francisco im Juli auf. Diese Verhältnisse haben zur Folge, daß das höchste Monatsmittel der Luft in Frisco in den September, des Ozeanwassers vor Frisco sogar in den Oktober fällt! Mit Recht werden diese ganz abnormen Tatsachen, wird die Kälteperiode der Sommermonate auf das dann besonders intensiv vor sich gehende Aufquellen von kaltem Tiefenwasser zurückgeführt, worüber man bei *Thorade* a. a. O. das Nähere nachlese. Daß diesem Gang der Ozeantemperatur die Lufttemperatur von San Francisco folgt, erscheint nicht verwunderlich, da während dieser Periode die Winde von See her vorherrschen und das rein ozeanische Klima über die Weltstadt tragen in einer Weise, die von *J. Hann* meisterhaft geschildert ist<sup>2)</sup>.

Der jährliche Gang jedoch der Wassertemperatur der Bucht von San Francisco wurde, wie man sich vergegenwärtigen muß, aus Beobachtungen von der *gesamten* Fläche zusammen berechnet; in ihm kommen auch weite Gebiete zur Geltung, die dem bei dem Goldenen Tor hereinbrechenden Einflüsse des Ozeans durchaus entzogen sind, er ist daher normal. Es ist sicher anzunehmen, daß, wenn an Stelle lediglich der Stadt San Francisco mehrere rund um die Bucht verteilte Orte nach dem jährlichen Gang ihrer Luft-

° Cels.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Lufttemperatur von S. Francisco	9,4*	10,8	11,3	12,1	13,0	14,0	13,8*	14,3	15,3	14,9	13,3	10,2	12,7
Wassertemperatur der Bucht von S. Francisco . . . . .	8,3*	11,3	12,4	12,8	13,8	15,1	16,3	16,2	15,6	14,8	12,7	10,7	13,3
Wassertemperatur des Ozeans vor S. Francisco . . . . .	12,5	11,7	11,6	11,3	11,3	13,8	13,5	13,0*	13,8	14,6	13,8	13,4	12,9

vom jährlichen Gang der Lufttemperatur in San Francisco; über diese wichtigen Verhältnisse gibt die vorstehende Tabelle Aufschluß, die nur teilweise aus der amerikanischen Veröffentlichung stammt, zum Teil der Arbeit Dr. *Thorades* über die kalifornische Meeresströmung (Annalen der Hydrographie XXXVII. Bd., Berlin 1909, S. 17, 63) entnommen wurde.

Das Wasser der Bucht von San Francisco, als Einheit aufgefaßt, erreicht hiernach ganz normalerweise etwa wie das der großen Seen seine höchste Temperatur im Juli/August, seine niedrigste im Januar; die Kurve verläuft einfach. Ganz anders das Wasser des außerhalb des Goldenen Tores brandenden Ozeans; neben dem winterlichen Minimum, das so spät wie im März oder

<sup>1)</sup> Die Reihe: Lufttemperatur von San Francisco geht auf *Hanns* Referat in der Meteorol. Zeitschrift 1907, S. 455 ff. zurück. Von *Hanns* ist in seiner Klimatologie, 3. Aufl., III. Band, S. 351, im Jahre 1911 eine zum Teil erheblich abweichende Reihe noch gegeben worden, die so aussieht:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
° C.	9,7*	10,7	11,5	12,1	13,1	14,1	14,1	14,3	15,2	14,7	13,1	10,5	12,7

Sie stimmt mit der obenstehenden insofern überein, als das Maximum ebenfalls erst im September erreicht wird. Ihr fehlt die Temperaturabnahme vom Juni zum Juli, aber durch die ja auch schon abnorme Übereinstimmung der beiden Monatsmittel ist sie immerhin noch angezeigt.

<sup>2)</sup> Handbuch der Klimatologie, 3. Aufl., Bd. III, Stuttgart 1911, S. 419 ff.



temperatur vereinigt untersucht worden wären, *dieser* Temperaturgang dem entsprechenden Gang des Wassers in der ganzen Bucht sich mehr anschließen würde. Späterer Forschung bleibt die Beantwortung der Frage im einzelnen vorbehalten, wie weit in die Bucht hinein — also räumlich — der anormale Wärmeverlauf der Ozeantemperatur Geltung hat, und wo der normale Jahresverlauf der Wassertemperatur und der Lufttemperatur einsetzt.

Zu der vorhin gegebenen Zahlenreihe, die die Monatsmittel der Wassertemperatur der Bucht von San Francisco gab, müssen noch einige einschränkende Bemerkungen gemacht werden. Sie beruht nur auf den Beobachtungen aus zwei Jahren, die in einzelnen Monaten erhebliche Verschiedenheiten aufgewiesen haben; dagegen stammen die Lufttemperaturen von San Francisco und die Wassertemperaturen des offenen Stillen Ozeans aus einer langen Reihe Jahre. Außerdem sind die Messungen in der Bucht nur über den *verhältnismäßig* größeren Tiefen, die das Forschungsschiff „Albatros“ befahren konnte, angestellt worden; die räumlich recht in das Gewicht fallenden ganz seichten Flächen mußten unberücksichtigt bleiben. Zweifelloos würde eine gleichmäßig das ganze Areal bedeckende Wärmeuntersuchung dazu führen, daß die Extreme noch erheblich weiter auseinander liegen als unsere Reihe, die zweite in der Tabelle, vermuten läßt. Immerhin ist mit  $8,0^{\circ}$  ( $16,3-8,3$ ) die mittlere Amplitude der Wassertemperatur der Bucht gegenüber  $3,3^{\circ}$  ( $14,6-11,3$ ) des angrenzenden Ozeans schon jetzt mehr als doppelt so groß. Aber was will eine mittlere Schwankung von  $8^{\circ}$  besagen, verglichen mit den Verhältnissen an der Ostküste Nordamerikas unter gleicher geographischer Breite! Die nach Baltimore führende Chesapeake-Bucht, ebenfalls unter  $38^{\circ}$  N-Br. wie die San Francisco-Bucht gelegen, weist bei nur unbedeutend höherem Jahresdurchschnitt ( $14,4^{\circ}$ ) eine mittlere Amplitude von  $22,1^{\circ}$  auf, da die niedrigsten Temperaturen im Januar/Februar bei  $3,4^{\circ}$ , die höchsten im August bei  $25,5^{\circ}$  durchschnittlich liegen.

Von dieser Betrachtung aus erfährt das durch seine Gleichmäßigkeit berühmte Klima der kalifornischen Küste — nur der Küste — seine volle Beleuchtung. Es hat auch seine Nachteile; an manchen Punkten dieser Küste reifen gewisse Gartenfrüchte und Gemüse nicht, obwohl Palmen und andere Tropenpflanzen gleichzeitig gedeihen. Die niedrigen Sommertemperaturen hindern das Reifen der erstgenannten, während andererseits das Fehlen von Winterfrösten das Ausdauern der Palmen ermöglicht. An der Ostküste Nordamerikas dagegen, wo auf gleicher Breite in dem heißen Sommer Tomaten u. a. m. bequem zur Reife gelangen, können Palmen und Agaven wegen der strengen Winter im Freien nicht gezogen werden. Mehr als wahrscheinlich ist es, daß auch die Verteilung gewisser mariner Orga-

nismen ähnliche Abhängigkeiten, insbesondere von der Wassertemperatur ergeben wird. Trotz des verhältnismäßig hohen Jahresmittels und des Fehlens wirklicher Winterkälte dürften doch die relativ sehr niedrigen Sommertemperaturen des Wassers dem Vordringen mancher Meerestiere nach Norden eine Grenze setzen. Die von der atlantischen Küste verpflanzten Austern kommen, wie schon von *Townsend* 1893 nachgewiesen ist, nur selten in der San Francisco-Bucht fort; man hat dies mit den niedrigen Sommertemperaturen in Verbindung gebracht. Doch ist anzunehmen, daß gerade im südlichsten und flachsten Teile der Bucht ganz erheblich höhere Wärmegrade auch im Durchschnitt der Monate erreicht werden, als die obenstehende Tabelle vermuten läßt; die Gründe dafür sind angeführt worden. Auch die Verfasser des hier besprochenen amerikanischen Berichtes glauben daher, daß noch weitere bisher nicht erkannte Faktoren in dieser Sonderfrage wirksam sein müssen. —

Daß der Salzgehalt des Wassers der San Francisco-Bucht nicht annähernd die für den angrenzenden Stillen Ozean gültigen Werte erreicht, wird verständlich, wenn man bedenkt, daß die zwei wichtigsten Ströme des kalifornischen Längstales, der Sacramento und der San Joaquin, in die nordöstliche Ecke der Bucht, in die Suisun-Bay, münden. Mit einem Generalmittel von etwa  $27,5\text{‰}$  Salzgehalt nach den Beobachtungen der Jahre 1912/13 kann das Wasser der San Francisco-Bucht etwa mit dem im Kattegat meist vorhandenen Wasser verglichen werden; es stellt ein *Mischwasser* dar.

Während draußen im Ozean noch bei den Farallon-Inseln (s. Karte S. 226) rund  $34\text{‰}$  Beimengungen vorhanden sind, nimmt dieser Wert bei der Barre auf 32, im Goldenen Tor auf 31 und  $30\text{‰}$  ab und hält sich vor der Stadt San Francisco zwischen 29 und 30. In der ganzen lauggestreckten Südhälfte der Bucht findet fast gar keine weitere Salzgehaltsabnahme statt, soweit die Beobachtungen reichen; denn noch nahe bei San Mateo-Spitze (Fig. 1) wurde der Wert zu  $28,80\text{‰}$  bestimmt. Anders in der Nordhälfte: da sinkt der Salzgehalt schon in dem engen, gewundenen Teile bis San Pedro-Spitze auf 25, in der San Pablo-Bucht auf 20, in der Carquinez-Straße auf  $15-16\text{‰}$ , da wir uns den Flußmündungen nähern.

Weil das Flußwasser als das leichtere zunächst verhältnismäßig unvermischt oben auf bleibt, beobachtet man in der ganzen nördlichen Hälfte an ein und derselben Stelle recht erhebliche, manchmal bis  $4\text{‰}$  gehende Unterschiede zwischen dem Salzgehalte der Oberfläche und dem des Bodens; hier liegen eben zwei verschiedene Wasserarten übereinander. Dies hört querab vom Goldenen Tor sofort auf; die starken Tiden führen die Vermischung herbei, und so hat man von da ab, d. h. in der ganzen südlichen Bucht, ein nahezu homogenes Wasser.

Die Zusammenstellung der amerikanischen Salinitätsmessungen nach den Ebbe- und Flutperioden ergibt das zunächst überraschende Verhältnis, daß während der Ebbe das Oberflächenwasser um durchschnittlich 0,9 ‰, das Bodenwasser um 0,5 ‰ salzreicher ist als während der Flut, und zwar in allen Jahreszeiten. Die Erklärung liegt in der Wahl der Stunden der Beobachtungen; es wurde nämlich jeweils am *Beginn* des Flut- bzw. des Ebbestromes beobachtet. Da nun der Flutstrom mit Niedrigwasser einsetzt, also dann, wenn das ablaufende Wasser zeitlich seine längste Wirkung erreicht hat, ist es klar, daß mit Einsetzen der Flut zunächst noch relativ süßes Wasser, das aus der Bucht selbst stammt, zur Untersuchung gelangt. Und umgekehrt: Der Ebbestrom, der mit Hochwasser beginnt, führt zunächst die von See hergekommenen Wassermassen der Flutide wieder nach außen. Wie wir gleich noch sehen werden, wird nur ein relativ sehr kleiner Teil (etwa 5 %) der in einer Tide jeweils bewegten Wassermassen zum Ozean hinaus entlassen.

Gehen wir von dem Generalmittel 27,5 ‰ aus, so schwankt dieser Wert im *Jahresverlaufe* etwa zwischen 26 (April-Mai) und 31 (September-Oktober). Hierfür sind erstens die atmosphärischen Niederschläge bestimmend; das kalifornische Küstengebiet hat ausgesprochene Winter- und Frühjahrsregen, während der Sommer und Frühherbst bei viel Nebel ungemein regenarm sind, die Monate Juli und August verlaufen nicht selten gänzlich regenlos. In zweiter Linie aber kommt auch, und ganz besonders für die Jahresperiode des Salzgehaltes in der *nördlichen* Hälfte, die Wasserführung der Flüsse in Betracht. Während die Südhälfte überhaupt keine nennenswerten Flußwassermengen erhält, münden im Norden der Sacramento, der das nördliche kalifornische Längstal entwässert, und ebendasselbst auch mündet, dicht dabei, der San Joaquin, dem das südliche kalifornische Längstal tributpflichtig ist. Die Wasserführung dieser zwei Flüsse schließt sich begreiflicherweise in ihrem Jahresverlauf der Niederschlagsperiode an, aber mit einiger Verspätung; im Mai entlassen die beiden Ströme in manchen Jahren das 13-fache der Menge des September.

Nach zehnjährigen Beobachtungen kann man die der San Francisco-Bucht durch die Flüsse alljährlich zugehende Süßwassermenge auf 44 km<sup>3</sup> schätzen; davon kommen 73 % auf das System des Sacramento, 27 % auf das des San Joaquin. Die tägliche Süßwasserabgabe beläuft sich daher auf 0,12 km<sup>3</sup> (120 000 000 m<sup>3</sup>). Da in jeder der 706 Ebbetiden, die das Jahr bringt, durchschnittlich 0,062 km<sup>3</sup> Süßwasser zum Ozean hinaus entlassen wird, während der *Unterschied* des bei Hochwasser und des bei Niedrigwasser aus den Wasserständen errechneten, jeweils in der Bucht vorhandenen Wasservolumens 1,3 km<sup>3</sup> beträgt (7,5 — 6,2 km<sup>3</sup>, s. S. 226), so sieht man, daß das letzten Endes von den Flüssen herstammende Wasser nur 4,8

oder rund 5 % der gesamten bei den Tidenströmungen in Bewegung gesetzten Wassermassen ausmacht. Allerdings ist bei dieser Aufrechnung der Verdunstungsverlust, der zumal in den heißen, trockenen Sommermonaten beträchtlich sein dürfte, nicht in Anschlag gebracht.

Höchstwahrscheinlich müssen die im vorstehenden gegebenen Zahlen der Salzgehalte als zu hoch für einen vieljährigen Durchschnitt angesehen werden. Die Periode Februar 1912 bis Januar 1913, während der die Vermessungen stattfanden, war ungewöhnlich niederschlagsarm; einige Wiederholungen, die in dem regenreichen Winter 1913/14 vorgenommen werden konnten, lassen vermuten, daß der Salzgehalt der San Francisco-Bucht sehr stark durch solche Niederschläge und vermehrte Flußwasserabfuhr herabgesetzt werden kann, daß also erhebliche unperiodische Schwankungen auftreten, die es notwendig machen, während einer größeren Reihe von Jahren die Naturverhältnisse zu studieren. Die Verfolgung der unperiodischen Schwankungen ist ja ein Gesichtspunkt, der für die internationale Meeresforschung in Nordwesteuropa geradezu das Leitmotiv darstellt; denn in derartige Naturerscheinungen gewährt die von Jahr zu Jahr, von Monat zu Monat eintretende Veränderung als solche tiefe Einblicke, tiefere Einblicke jedenfalls als ein noch so gut fundiertes Jahres- oder Monatsmittel.

## Besprechungen.

Ur Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter. Bd. V. Berlin, Julius Springer.

Der stattliche Band vereinigt eine Anzahl von Arbeiten schwedischer Gelehrter, die zum Teil Berichte über ausgeführte hydrographische oder biologische Forschungen nebst Diskussion ihrer Ergebnisse sind, während andere Arbeiten tiefgründige Studien in der Geophysik und kosmischen Physik darstellen und vornehmlich die Beziehungen zwischen kosmischen und irdischen Phänomenen zum Gegenstand haben.

Dem einleitenden Bericht der schwedischen Kommission über die 1913/14 ausgeführten hydrographischen und biologischen Arbeiten folgt eine Arbeit von G. Ridderstad über die 1908 im Großen Belt wiederholten Strommessungen, welche die 1907 von Pettersson gewonnenen Ergebnisse bestätigten, daß im wesentlichen die Gezeiten den Wasseraustausch zwischen Nordsee und Ostsee regulieren (unter Abwesenheit meteorologischer Störungen). Ferner teilt H. Broch Studien über das Plankton am Eingang der Ostsee mit.

Von großem Interesse sind die schwedischen Versuche, exakte Strommessungen zu gewinnen. Die photographisch registrierenden Strommesser wurden an Bojen befestigt, die derart verankert wurden, daß die Bojen sich mehrere Meter unter der Meeresoberfläche befanden. Eine ausführliche Beschreibung der Methode gibt G. Ekman, der die Untersuchungen veranlaßt und die Geldmittel zur Verfügung gestellt hatte. Ohne Zweifel sind bedeutende Fortschritte durch die Ekman'sche Verankerung sowie auch durch die Konstruktion des neuen Strommessers von O. Pettersson für die Messungen der Tiefenströmungen erzielt worden. Die ge-

wählte Methode der Verankerung dürfte jedoch nur für Küsten- oder Binnenmeere bis zu einigen hundert Metern Tiefe ausführbar sein, eine Verankerung auf hoher See, z. B. in 3000 m Tiefe, scheint mir auf Grund meiner Erfahrungen nach dieser Methode nicht möglich. Die weiteren Ergebnisse der kontinuierlichen Strommessung mit dem Petterssenschen Apparat nach der Methode von *Ekman* werden uns aber wertvolle Aufschlüsse über die Wasserbewegungen in den Tiefenschichten unserer Rand- und Binnenmeere geben. Einer allgemeinen Einführung der Methode bei der internationalen Meeresforschung dürften die großen Kosten der Verankerung hinderlich sein, die sich für Bojen, Anker, Strommesser u. a. m. auf etwa 2000 Mark belaufen.

Die Seiches im Gullmar-Fjord und die Theorie der Seiches in begrenzten Buchten behandelt *Nils Zeilon*. Zu seinen Untersuchungen stand ihm ein reiches Beobachtungsmaterial von registrierenden Instrumenten der Bornö-Station im Gullmar-Fjord zur Verfügung. Die Arbeit gliedert sich in zwei Abschnitte; der erste beschäftigt sich mit den Oberflächen-Seiches, der zweite mit den internen Wellen an Schichtgrenzen (boundary-seiches). Von den Ergebnissen sei erwähnt, daß die kurzen Schwingungen in der Grenzschicht stets mit intensiven Oberflächen-Seiches zusammenfallen, daß die Periode der Schwingung sehr konstant ist (1 h 50 m) und die Amplitude meist beträchtlich und viel größer als diejenige der Oberflächenwelle. Andeutungen einer halbtägigen Gezeitenwelle in der Grenzschicht sind vorhanden, aber auch längerer Perioden von 2—3 Tagen.

Die Ergebnisse zweier umfangreicher Arbeiten von *O. Pettersson*: „Klimaschwankungen in historischer und prähistorischer Zeit“ sowie „Das Vorkommen von Mondperioden in der Sonnentätigkeit und das Klima der Erde“ können hier nur angedeutet werden. *Petterssons* ozeanographische Untersuchungen im Belt und im Gullmar-Fjord führten ihn zu der Erkenntnis, daß Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von submarinen Wellen an Grenzschichten und der Deklination des Mondes bzw. seiner Erdnähe oder Erdferne bestehen. Dies veranlaßte ihn, sich näher mit den periodischen Schwankungen in der gezeitenerregenden Kraft des Mondes zu beschäftigen und auch Untersuchungen darüber zu veranlassen. Es ergab sich ein absolutes Maximum der flutbildenden Kraft von Sonne und Mond im Anfange des 15. Jahrhunderts (etwa 1433), das einer Periode von etwa 1800 Jahren angehört. Außer diesen absoluten Maxima treten sekundäre Maxima mit Perioden von 84—93, 9,  $4\frac{1}{2}$  Jahren usw. auf.

*Pettersson* versucht nun einen Nachweis, daß diese Maxima begleitet sind von Schwankungen in den klimatischen Verhältnissen, die wieder im Zusammenhang mit Änderungen in der ozeanischen Zirkulation stehen. Von dem reichen Material, das der Verf. aus den verschiedensten Gebieten menschlichen Wissens in erstaunlichem Umfang zusammengetragen hat, sei hier namentlich auf den Nachweis einer Klimaänderung in Grönland zwischen dem 13. und 15. Jahrhundert aufmerksam gemacht sowie auf *Petterssons* Erklärung des Zufrierens der Ostsee in früheren Jahrhunderten durch erhöhte Intensität in der ozeanischen Zirkulation und hierdurch hervorgerufene Verstärkung des salzhaltigen, in die Ostsee eintretenden Unterstromes, die eine Verringerung der Dicke der Deckschicht zur Folge hatte und infolgedessen ein Gefrieren der Oberfläche in größerem Maßstabe ermöglichte. Es ist schwer, zu diesen zum Teil geschichtlichen Studien Stellung zu neh-

men, in einigen anderen Fragen, wie der Ursache der Eisschmelze und der Ausbreitung des Treibeises, gehen des Verf. und Ref. Ansichten auseinander. Wichtig erscheinen mir die Ausführungen *Petterssons* über die Untersuchung periodisch auftretender Phänomene, die, wenn sie auch noch so vollkommene Periodizität zeigen, doch zeitlich begrenzt sind, indem eine zuerst sichtbare Periode infolge der Unterschiede der verschiedenen Mondperioden verschwindet.

Auf die zweite Arbeit *Petterssons*, die sich einerseits mit den Sonnenfleckenhäufigkeit und den Mondkonstellationen, andererseits mit den Beziehungen dieser zu den kürzeren Perioden meteorologischer Elemente beschäftigt, sei hier nur hingewiesen, ebenso wie auf die Arbeit von *Strömberg* über die harmonische Analyse der Lufttemperatur in Stockholm 1894—1911, basiert auf Perioden der Bewegung von Sonne und Mond (im Anschluß an *Petterssons* Arbeiten). Es sei bemerkt, daß *Petterssons* Arbeiten im Auszug auch in einer deutschen Zeitschrift — *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie*, Jahrgang 1914 — erschienen sind.

Den Schluß bildet eine Übersicht über die Ergebnisse der internationalen Meeresforschung während des Zeitraumes 1902 bis 1912 und über die schwedischen Arbeitsmethoden und Spezialuntersuchungen, begleitet von zahlreichen Karten und Profilen.

Der ganze Band ist ein beredtes Zeugnis für die Anteilnahme schwedischer Forscher an der Lösung der Probleme, welche uns die steten Änderungen unterworfenen Hydro- und Atmosphäre unseres Planeten bietet.  
*W. Brennecke, Hamburg.*

**Jahrbuch der Moorkunde**, unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben von Prof. Dr. *Br. Tacke* und Dozent Dr. *W. Bersch*. Bericht über die Fortschritte auf allen Gebieten der Moorbebauung und Torfverwertung. 2. Jahrgang 1913. Hannover, M. & H. Schaper, 1914, für Österreich Kommissionsverlag von Wilhelm Frick, Wien I., Graben 27. VI, 202 S. und 3 Abbildungen. Preis geh. M. 10.—.

Das Jahrbuch bringt zunächst eine Arbeit von *Br. Tacke* über das *Kalkbedürfnis kalkarmer Moore und verwandter Böden* (S. 2—22). Bei der Unterscheidung wie auch bei der Urbarmachung und Bebauung der verschiedenen Moorbodenarten spielt ihr Gehalt an Kalk eine bedeutsame Rolle. Es hat sich nämlich bald herausgestellt, daß die ausgesprochenen Hochmoore und hochmoorartigen Übergangsmoore keinen genügenden natürlichen Vorrat an Kalk besitzen, um den regelrechten Anbau von anspruchsvolleren Pflanzen ohne vorausgegangene Kalkzufuhr zu ermöglichen, und zwar namentlich dann nicht, wenn man zur Düngung künstliche Düngemittel verwendet. Das Kalkbedürfnis und die Kalkversorgung wird von *Tacke* an der Hand zahlreicher besonderer Versuche eingehender besprochen. Bei dem beschränkten Raume mögen hier nur einige besonders wichtige Ergebnisse hervorgehoben sein: Ackerland auf Hochmoor verlangt und verträgt — soweit Halm- und Hackfrüchte in Frage kommen — eine erheblich geringere Kalkmenge als Wiesen- oder Weideland. Die zweckmäßig in Form von kalkhaltigen Bodenverbesserungsmitteln (wie gebranntem Kalk, kohlen-saurem Kalk, Kalkmergel) anzuwendende Menge ist abhängig von dem Zersetzungszustande, dem Säuregehalt des Moores und den anzubauenden Früchten. Für norddeutsche Verhältnisse ist es nach *Tacke* ratsam, die Kalkmenge auf dauernden, überwiegend dem Anbau von Halm- und Hackfrucht dienenden Ackerlande keinesfalls über 20 Doppelzentner Kalk (auf CaO be-

rechnet) auf das Hektar zu steigern; auf dauerndem Wiesen- und Weidelande sind für 1 ha jedoch mindestens 40 Doppelzentner erforderlich.

Alle bisherigen Erfahrungen sprechen alsdann dafür, daß man bei kalkarmen Sand- und Moorböden auf eine recht lange Dauer der Kalkwirkung rechnen kann, und daß man eine Nachkalkung erst dann wiederholen soll, wenn die Notwendigkeit einer solchen erst durch einige vergleichende Versuche festgestellt werden konnte. Der Verlust an Kalk in der Oberflächenschicht wird nach allen bisherigen Versuchen offenbar im allgemeinen immer schon durch die alljährliche Wiederaufzufuhr von Kalk in den künstlichen Düngemitteln genügend gedeckt.

Eine weitere Abhandlung des Jahrbuches betrifft die *Anlage und Unterhaltung von Mähwiesen auf Niedermoor* von W. Freckmann (Neuhammstein) (S. 23—46). Der Verf. bespricht naturgemäß meist Bekanntes, muß es aber auch tun, um zunächst das in weiten Kreisen noch vielfach mangelnde Verständnis für die Anlage und Unterhaltung von Mähwiesen zu heben. Überaus wichtig ist die Regelung der Grundwasserhöhe der Moorböden bei Wiesenanlagen. Verf. bringt aber auch mancherlei Neues, auf das im einzelnen hier nicht eingegangen werden kann. Nur mag hier nicht unbetont bleiben, daß gerade das Niedermoor von Natur aus als Wiesenland geschaffen ist. Auf ihm lassen sich fast überall Mähflächen von höchster Ertragsfähigkeit einrichten. Der Mineralbodenacker, der in manchen Betrieben noch in unwirtschaftlichem Übermaße zur Futtererzeugung herangezogen wird, kann durch eine sorgfältige und planmäßige Erschließung vorhandener Grünlandsmoore sehr entlastet werden. Er kann vor allem dem Getreidebau wieder zurückgegeben werden, wenn er jener Nutzungsweise entzogen wird. Die ausreichende Versorgung unseres deutschen Volkes mit Fleisch und Brot kann damit am besten mit in immer sicherere Bahnen gelenkt werden.

Es folgt eine wertvolle Arbeit von Dr. Wilhelm Bersch über *Die Moorkultur in den Alpenländern* (S. 47—59). Die Bodenverhältnisse, Witterungsverhältnisse, und vor allem auch die wirtschaftlichen Verhältnisse in den österreichischen Alpenländern sind so sehr von denen der Ebene und besonders der norddeutschen Tiefebene — dem Mutterlande der neuzeitlichen Moorbebauung — verschieden, daß auch die Bewirtschaftung der Moore und die Maßnahmen, die bei ihrer Urbarmachung anzuwenden sind, manche Unterschiede zeigen. Allerdings handelt es sich hier durchaus nicht um ganz besondere Betriebsmaßnahmen, die sich nach irgend einer Richtung hin vollständig von den für norddeutsche Verhältnisse passenden unterscheiden. Die Grundlagen der Moorbebauung sind und bleiben in allen Fällen die gleichen, wohl aber erfordern Witterung und Bodenverhältnisse, sowie die allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse manche Abänderung und eine Anpassung an die vorhandenen besonderen Verhältnisse. Der Aufsatz verdient volle Beachtung auch in weiteren Kreisen.

Es folgt eine Abhandlung von Dr. Viktor Zailer (Wien) über die *Entwicklung und gegenwärtige Lage der Torfstreuindustrie in den europäischen Ländern* (S. 60 bis 69). Der vom Verf. gegebene Überblick muß um so dankbarer entgegengenommen werden, als es sich um sehr spärlich vorhandene und obendrein meist sehr schwer zugängliche Angaben handelt. Diese Industrie blickt jetzt auf einen Zeitraum von etwa 3½ Jahrzehnten zurück und hat während dieser Zeit mannigfache

Umwandlungen in schweren Zeiten durchmachen müssen. Trotzdem ist die Anzahl der Werke schon eine ganz stattliche geworden (433 mit einer Erzeugung von mehr als 1,3 Millionen Tonnen Handelstorfstreu). Freilich ist die Streumenge noch sehr verschwindend im Vergleich zur Viehzahl dieser Länder und zu den Mengen anderer Streumittel, die alljährlich im Handel umgesetzt werden. Ein Wandel zum Besseren macht sich jedoch schon bemerkbar. Wenn aber schließlich vor allem die Militärverwaltungen der einzelnen Staaten die Torfstreu an Stelle des Strohes noch allgemeiner einführen würden, so stände der Torfstreuindustrie jedenfalls eine weitere schnelle Entwicklung bevor.

Zwei weitere Aufsätze behandeln die *Erfahrungen mit dem Ekelundschern Torfpulver* (von Hauptmann Ernst Wallgren, erstem staatlichen Torfingenieur in Schweden) und die *Bestimmungen über die Erwerbung des Eigentums- und Nutzungsrechtes von Mooren in Norwegen* von Torfingenieur J. G. Thaulow (Kristiania) (S. 70—75).

B. Heinze, Halle a. d. S.

**Ruttner, F., Bemerkungen zur Frage der vertikalen Planktonwanderung.** Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie u. Hydrographie. Bd. VI, Heft 4, S. 1, 1914.

Schon vor fünf Jahren hat Ruttner durch die Feststellung, daß die vertikale Planktonwanderung unter schneefreier Eisdecke im Winter vorhanden ist, unter einer Schneedecke von genügender Mächtigkeit dagegen fehlt, jedoch auch dann durch Bloßlegen kleiner Partien der Eisoberfläche wieder hervorgerufen werden kann, den Nachweis zu erbringen versucht, daß die Erscheinung von Temperatureinflüssen unabhängig ist und in erster Linie auf die Wirkung des Lichtes zurückgeführt werden muß.

Dieser biologisch überaus wichtigen Feststellung gibt Ruttner gegenüber Wesenberg-Lund neue Stützen durch genaue Beobachtungen des Temperaturganges unter dem Eise im Lunzer See (N.-Ö.), wobei nur ganz geringe Schwankungen auftraten. Die quantitative Planktonuntersuchung in unmittelbarer unter der Eisschicht zu verschiedenen Tageszeiten geschöpftem Wasser ergab einwandfrei, „daß die täglichen Vertikalwanderungen der Crustaceen und einiger Rädertiere von den mechanischen Einflüssen der Temperaturschwankungen des Wassers ganz unabhängig sind und als ein biologischer Vorgang gedeutet werden müssen“. Daß durch den täglichen Temperaturwechsel bedingte Veränderungen der vertikalen Verteilung der Planktonorganismen im allgemeinen vorkommen, gibt Verf. natürlich zu.

Der von manchen Hydrobiologen angenommene Zusammenhang von Vertikalwanderungen der Tiere und vertikaler Verteilung des Nannoplanktons besteht nach den im Sommer und Winter vorgenommenen Beobachtungen des Autors nicht, ebensowenig wie eine Vertikalwanderung beim pflanzlichen Nannoplankton oder beim Netzphytoplankton besteht.

J. Schiller, Wien.

**Cammerloher, H., Die Grünalgen der Adria.** Berlin, Gebr. Bornträger, 1914. VI, 141 S. und 6 Tafeln. Preis M. 9,20.

Die vorliegende Bearbeitung der Grünalgen der Adria stellt im wesentlichen eine Literatur- und Herbarstudie dar. Verfasser hat die vorhandene systematische Literatur unter wesentlicher Berücksichtigung der Sylloge Algarum de Tonis wohl sehr gut studiert, indessen auch die Fehler in sein Buch übernommen. Sehr angenehm fällt die geschickte Verwertung der biologischen und physiologischen Literatur bei vielen Gattungen auf. Leider gehen die Standortsangaben meist auf

die Ortsdaten der Herbaréxemplare zurück, so daß der Leser keinen Einblick in die vertikale und horizontale Verteilung der Grünalgen erhält, auch nicht erfährt, auf was für Grund sie leben, ob sie epiphytisch oder epizoisch wachsen. Für allgemeine systematische Bedürfnisse und eine rasche Orientierung über die adriatische Chlorophyceenflora wird das Buch gut verwendbar sein.

J. Schiller, Wien.

## Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria)<sup>1)</sup>.

### 3. Skelettierende Fischasseln (*Cirolana hirtipes* M. Edw.).

Die zwei Störe in unsern Photogrammen bestehen nur noch aus der Haut und dem knorpeligen Skelett. Die Augen, die weichen Kiemenstrahlen, die Schleimhäute des Mundes, die Eingeweide, die gesamte Nervenmasse, das Fleisch — kurz, sämtliche Weichteile fehlen. Dabei ist die Haut vollkommen unverletzt. Von ihren Knochentäfelchen fehlt nicht eines, an ihrer Festigkeit und Elastizität hat sie nicht das Geringste eingebüßt, und sie weist nirgends Verwundungen auf. Das Knorpelskelett, soweit es durch die schlaffgewordene Mundöffnung und die geräumigen Kiemenhöhlen untersucht werden kann, macht den Eindruck einer nahezu vollendeten Präparation.



Fig. 1.

Nur in der Nähe der Schwanzwurzel war noch etwas Fleisch vorhanden. Ein handlanges Stück. Und dieses Fleisch war so frisch, so vollkommen geruchlos, so durchaus wohlverhalten, daß es unsere Katzen, die sonst nur lebende Fische annehmen, mit sichtlicher Gier verzehrten.

Den kleineren der beiden Störe, ein Exemplar von 1,25 m Länge, brachten mir Fischer Anfang März 1911. Sie hatten nachmittags um 3 Uhr ihr kilometerlanges Stellnetz, mit dem sie um diese Jahreszeit die Meer-spinnen (*Maja squinado*) fangen, vier Meilen in der See parallel zur Küste ausgelegt und es am nächsten Morgen gegen 8 Uhr wieder gehoben. Sie waren nicht wenig erstaunt, außer den erhofften großen Krustern einen äußerlich unverletzten, innen aber „leeren“ Stör darin zu finden. Den anderen Stör, ein Tier von 1,60 m Länge, haben die Fischer zehn Meilen in See Mitte Februar 1915 auf dieselbe Weise erbeutet.

<sup>1)</sup> Über die Absichten, die wir mit diesen kleinen Mitteilungen aus der Zoologischen Station Rovigno verfolgen, haben wir uns bei der ersten Veröffentlichung im 2. Bande dieser Zeitschrift, Seite 518. geäußert.

Beide Male wimmelte es in den ausgehöhlten Leibern von weiblichen, zentimeterlangen Krebschen — ähnlich den Flohkrebse unserer Bäche, nur derber und gedrungener im Bau. Kein Zweifel, daß diese „Asselkrebse“, die im Frühjahr häufig in der See auftreten, in Myriaden über die Störe hergefallen waren.

Wir kennen solche Wasseraseln als Schmarotzer auf Fischen. Eine, namens *Aega*, sitzt auf einem jungen Labrus unseres Aquariums hinter dem Kopf, dicht über dem Auge, und saugt dort Blut. Und das schon zwei Jahre hindurch. Fast unbeweglich am

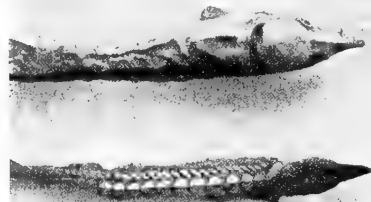


Fig. 2.

selben Fleck. Andere, von den Gattungen *Nerocila*, *Anilocra*, *Cymothoa*, können wir auf den Fischmärkten der Hafenstädte finden, wenn wir dort den Dorschen oder den Labriden oder anderen Fischen in die Mäuler schauen: oft unbegreiflich dicht sitzen dort diese blutdürstigen Fischasseln.

Die Asselart, um die es sich bei unsern Stören handelt, heißt *Cirolana* und gehört zu der durch *Milne Edwards* bekannt gewordenen Spezies *hirtipes*<sup>1)</sup>. *Camil Heller* hat sie schon vor einem halben

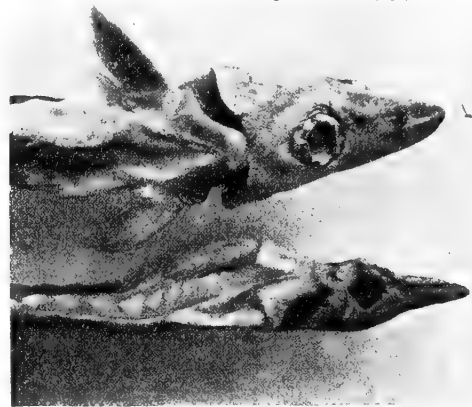


Fig. 3.

Jahrhundert für die Adria nachgewiesen. Er kennt sie aus Pirano, Zara, Lesina und Lissa. Sie dürfte daher in der Adria allgemein verbreitet und den Triester Tiergeographen *Stallo*, *Stossich* und *Graeffe* nur entgangen sein. Leider ist die furchtbare

<sup>1)</sup> Um die Erkennung des Tieres hat sich Prof. Dr. *Adolf Steuer* in Innsbruck in dankenswerter Weise bemüht. Er stützt sich im wesentlichen auf *Hellers* Carcinologische Beiträge in der Verh. Zool.-bot. Ges., Wien 1866.



Bestie ja keine Seltenheit. Es gelang mir leicht, sie durch ausgelegte Fischkadaver drei bis vier Seemeilen von der Küste entfernt in Mengen zu erbeuten und eine Zeitlang im Aquarium zu halten.

Denn, so sagte ich mir, wenn das Störskelett so wunderbar präpariert worden ist, daß ein geschickter Wiener Präparator, der es sah, gestand: So schön könne er's nicht, wer denn der Mann sei, der so entzückend arbeite? — warum sollte ich nicht versuchen, die Tiere für mich arbeiten zu lassen?

Es gelang, wie gesagt, sie lebend zu erbeuten und einige Tage in einem abgesonderten Becken — bakteriologische Isoliermethoden erschienen geboten — bei starkem Wasserwechsel zu halten. Sie stürzten sich sogleich über einen toten Rochen her und arbeiteten dabei in zwei bis drei Tagen sein Skelett so schön heraus, daß es eine Freude war. Zugleich fielen sie über alles her, was sonst noch in ihrem Becken lebte und webte. So höhlten sie Aszidien aus und gingen Maja an. Doch überlebten sie selbst nicht den dritten Tag.

Wir haben später auch im Freien ausgehöhlte Aszidien gefunden und sind auch mehrmals auf angefressene Kadaver von Knorpelfischen gestoßen.

Gern hätte ich noch mit aller Bestimmtheit ermittelt, ob die Cirolanen nur Leichen verzehren oder ihre Beute lebendig überfallen, und wie sie dabei vorgehen. Da sie lebende Tunikaten überwältigten und die Störbälge noch völlig frisch waren, werden sie wohl vollendete Räuber sein. Wie groß muß dann aber ihre Zahl sein, daß sie mit einem Stör von 20 kg Fleischgewicht in einer Nacht fertig werden konnten?

Rovigno, März 1915. Dr. Thilo Krumbach.

## Astronomische Mitteilungen.

**Ergebnisse der Breitenbestimmungen auf dem Observatorium Johannesburg** in Südafrika bringt das neueste Heft Nr. 27 der *Veröffentlichungen des Zentralbureaus der Internationalen Erdmessung* aus dreijährigen Beobachtungen (1910—1913) in sorgfältiger Bearbeitung von Th. Albrecht. Das Transvaal-Observatorium liegt in der Nähe von Johannesburg unter 26,2 Grad südlicher Breite, auf dem Längengrad 1 h 52 m östl. Gr. und in einer Höhe von 1806 m. Es ist für astronomische und meteorologische Arbeiten eingerichtet und zeichnet sich durch glänzende klimatische Bedingungen aus. Mit Unterstützung der Internationalen Erdmessung, deren Teilnehmer, nebenbei bemerkt, gegenwärtig fast alle in den Weltkrieg verwickelt sind, wurden auf dem südafrikanischen Observatorium fortlaufende Messungsreihen der geographischen Breite zur Ermittlung der Erdachsenschwankungen auf der südlichen Halbkugel ausgeführt. Das Ergebnis dieser Beobachtungsreihe über den Zeitraum von drei Jahren ist eine wertvolle Bestätigung dafür, daß sich die auf der Nordhalbkugel gewonnenen Beobachtungsergebnisse ohne weiteres auch auf die Südhalbkugel der Erde übertragen lassen.

**Über die relativen Bewegungen der Plejadensterne** veröffentlicht R. Trümpler (Zürich) eine besondere Untersuchung in Nr. 4790 der *Astronomischen Nachrichten*, aus der die folgenden, allgemein interessierenden Ergebnisse erwähnt seien. Von den 53 Besselschen Plejadensternen gehören 43 physisch zusammen zu einem System, die 11 hellsten Sterne haben sehr kleine relative Eigenbewegungen und die schwächeren verschieben sich mit größeren Bewegungen gegen die helleren Sterne.

**Die photometrische Ausmessung einer photographischen Meteorspur** teilt in Nr. 4789 der *Astronomischen Nachrichten* E. Hertzsprung (Potsdam) mit. Es handelt sich um ein Meteor, das am 11. April 1910 über der Strecke Dresden—Magdeburg schwebte und von dem außer einer visuellen Beobachtung in Dänemark auch eine photographische Aufnahme der helleren Meteorspur in Potsdam vorlag. Es war möglich, was bisher noch niemals gelungen ist, die Helligkeitsschwankungen des Meteors auf seiner 15 km langen photographierten Bahnstrecke genauer zu bestimmen, da gleichzeitig mit dem Meteor einige Sterne der Praesepe-Gruppe aufgenommen waren und die beiden photographischen Schwärzungen sich vergleichen ließen. Es kamen dabei Helligkeitsschwankungen in der Meteorspur bis zu einer Größenklasse vor.

**Wiederkehr periodischer Kometen.** In diesem Jahre wird die Wiederkehr von drei Kometen erwartet, die in elliptischen Bahnen die Sonne umlaufen. Es ist dies der *Winneckesche*, der *Tempelsche* und der *Metcalfsche* Komet. Der erstere, der schon 1819 von Pons entdeckt wurde und 1858 von Winnecke wieder aufgefunden worden ist, hat eine Umlaufszeit von 5½ Jahren um die Sonne, und wird zu Anfang September d. J. wieder in seine Sonnennähe (Perihel) zurückkehren. Obwohl der periodische Komet von Winnecke ziemlich lichtschwach ist, dürfte er doch schon mehrere Monate vor seinem Periheldurchgang auf Grund einer in der *Astronom. Nachrichten* Nr. 4787 erschienenen Ephemeride in den großen Fernrohren wahrgenommen werden können. Der Tempelsche Komet vom Jahre 1873 (Komet 1873 b) hat eine Umlaufszeit von 5¼ Jahren und kommt gleichfalls in diesem Jahre zur Sonnennähe. Er ist das letzte Mal im Jahre 1910 nicht aufgefunden worden und zeigte das vorletzte Mal im Jahre 1894 ein sehr lichtschwaches Aussehen. In den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4792 hat die Kopenhagener Sternwarte eine Ephemeride der Kometenörter bis Ende Juni gegeben, die noch fortgesetzt werden soll. Als dritter periodischer Komet wird in diesem Jahre der von Metcalf im Jahre 1906 entdeckte Komet 1906 f erwartet, der noch lichtschwächer sein dürfte als die beiden vorangehenden Haarsterne, so daß er nur in ganz großen Fernrohren aufgefunden werden kann.

**Die Stereophotogrammetrie im Dienste der Landesaufnahme** behandelt ein längerer Aufsatz des österreichischen Oberst Karl Korzer (Wien), der soeben in den *Mitteilungen des K. K. Militärgeographischen Instituts* (Band 33) erschienen ist. An dieser Stelle kann nur ein ganz kurzer Überblick über die Leistungsfähigkeit dieser Stereophotogrammetrie gegeben werden, ohne die eine moderne Landesaufnahme nicht mehr auskommen kann. Die Photogrammetrie sowohl von festen Landpunkten, als auch vom Luftschiff aus hat sich immer mehr, besonders im Hochgebirge, als vorzügliches Hilfsmittel der topographischen Landesaufnahme bewährt. Speziell die Stereophotogrammetrie, die an Stelle der ebenen Bilder die Raumbilder, gleichsam als plastische Naturmodelle, setzt, gewährt große Genauigkeit, Zeitersparnis, größere Leistungsfähigkeit, kürzere Basis und möglichste Unabhängigkeit von der geographischen Beschaffenheit des aufzunehmenden Gebietes. Das Ausmessen der Stereobilder erfolgt dabei jetzt mit Hilfe eines automatisch arbeitenden Stereokomparators, der nach den Angaben von v. Orël durch die Firma Zeiß

erbaut wurde. Vor allem bewährt sich dieses Verfahren, wenn es sich um die Erzielung eines genauen *Schichtenplans* handelt, der auch für militärische Zwecke von größter Bedeutung ist.

A. Marcuse.

## Kleine Mitteilungen.

**Einige interessante Versuche über die Leitung des phototropischen Reizes.** Es ist eine seit langem bekannte Tatsache, daß in gewissen Fällen die heliotropische Bewegung an einer anderen Stelle ausgeführt wird, als wo das einseitige Licht einwirkt. Diese Stelle kann oft sogar weit von der den Reiz aufnehmenden entfernt sein. Die Frage, wie bei den Tropismen das Perzeptionsorgan mit der Reaktionszone verkettet sei, ist am eingehendsten von *Fitting* studiert worden. *Die Leitung tropistischer Reize in parallelotropen Pflanzenteilen.* (Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. 44, 1907.) *Fitting* fand unter anderem, daß die Reizleitung von der beleuchteten Spitze zu dem verdunkelten Basalteil durch einen queren Einschnitt nicht aufgehoben werde, dabei war es ganz gleichgültig, wie der Einschnitt im Verhältnis zur Lichtwirkung orientiert war. Aus diesen Versuchen schließt *Fitting*, daß die Reizleitung sich allseitig in den lebenden Zellen fortpflanzt. Im Anschluß an diese Versuche machte *Boysen-Jensen* einige andere Versuche, die uns weitere wertvolle Aufschlüsse über das Wesen der Reizleitung gaben. *Über die Leitung des phototropischen Reizes in der Avenakoleoptile.* (Ber. der deutsch. bot. Ges. Bd. 31, 1913.) Er schnitt die Spitze der Avenakoleoptile, die allgemein bei diesen Versuchen verwandt wurde, ab und setzte sie dann wieder auf. Wurde nun die Spitze einseitig beleuchtet, so trat in dem basalen Teil auch jetzt die unter normalen Verhältnissen auftretende Krümmung ein. *Es kann sich also der Reiz über eine Wunde fortpflanzen.* Da dies Resultat *Fitting* noch nicht bekannt war, ist es zu verstehen, daß *Boysen-Jensen* bei Wiederholung der Versuche *Fittings* zu einem anderen Resultate kam. Will man untersuchen, ob durch einen queren Einschnitt die Reizleitung unterbrochen ist, so genügt nicht ein einfacher Einschnitt, sondern man muß schon die Schnittflächen durch eine Glimmerplatte voneinander trennen, da ja sonst der Reiz einfach über die Wunde geleitet wird. *Boysen-Jensen* fand, daß die Reizleitung bei der Avenakoleoptile auf der dem Licht abgewandten Seite lokalisiert sei. Im Anschluß an diese interessanten Untersuchungen legte sich *Paal* die weitere Frage vor, ob auch eine ähnliche Reizleitung festzustellen sei, wenn man diese beiden Schnittflächen durch eine Schicht von Gelatine voneinander trennt, so daß Plasma mit Plasma sicherlich nicht in Berührung kommen kann. *Über phototropische Reizleitungen.* (Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 32, 1914.) Das merkwürdige Resultat dieser Versuche war, daß „der phototropische Reiz auch durch eine Gelatineschicht geleitet wird“. In der Gelatineschicht besteht demnach das Wesen der Reizleitung in einer Diffusion von wasserlöslichen Stoffen. Danach ist es sehr wahrscheinlich, daß auch das Wesen der phototropischen Reizleitung durch die lebenden Zellen, wenigstens zum Teil, in einer Diffusion besteht.

H. S.

**Das Ausschleudern der Samen bei der Spritzgurke (*Ecballium Elaterium*)** geht folgendermaßen vor sich: Der Fruchts蒂el wird bei der Reife der Frucht wie der Pfropfen aus dem Halse einer Sektflasche plötzlich aus-

gestoßen, wobei er sich an einer präformierten dünnen Stelle der Fruchtwand losreißt; aus der auf diese Weise in der Frucht entstandenen Öffnung spritzt eine Flüssigkeit zusammen mit den Samen mit großer Gewalt heraus. Daß dieses Ausspritzen durch einen Druck im Innern der Frucht und eine dadurch hervorgerufene elastische Spannung der Fruchtwand verursacht wird, dürfte allgemein als richtig anerkannt sein (*Dutrochet, Pfeffer, Jost*). Die Ansicht *Hildebrands* (Jahrb. wiss. Bot. IX) dagegen, nach der die äußeren Partien der Fruchtwand das Bestreben haben sollen, sich mehr auszudehnen als die inneren Schichten und dann „derartig auf das Innere der Frucht drücken“, daß die Explosion erfolgt, wird sofort dadurch widerlegt, daß bei der Entleerung der Frucht die inneren Schichten sowohl als die äußeren sich verkürzen. Daß der in Betracht kommende Druck im Innern der Frucht nicht, wie *Roze* (*Journal de Bot.* 1894) meinte, durch das Heranwachsen der Samen hervorgerufen wird, auch nicht etwa durch einen Quellsdruck des Fruchtinhalts, sondern durch den hohen osmotischen Druck der großen, saftreichen, dünnwandigen Parenchymzellen des Fruchtfleisches, ist kürzlich durch Versuche *Guttenbergs* (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1915, S. 20—37) festgestellt worden, über die hier kurz berichtet werden soll. Wenn eine fast reife Frucht bis auf die Innenschicht der Fruchtwand sorgfältig geschält wurde, verminderte sich Länge und Breite derselben nicht mehr und nicht weniger als um die abgeschälten Teile. Beim Anschneiden einer derartig vorbereiteten Spritzgurke trat das Ausschleudern mit ebenso großer Gewalt ein, wie bei der intakten Frucht; daraus geht hervor, daß nur die Innenschicht der Fruchtwand und der Fruchtinhalt am Zustandekommen der Spannung beteiligt sind. Die in Rede stehende Innenschicht besteht aus sehr dickwandigen Zellen, die reichlich Interzellularen zwischen sich freilassen und ist durch hohe Elastizität und Festigkeit ausgezeichnet. Durch 24 stündiges Einwirken eines Plasmolyticums (verwendet wurde konz. Glycerin und eine 10prozentige Kaliumnitratlösung) auf die fast reife Frucht wurde eine Entspannung der Fruchtwand hervorgerufen, durch konz. Glycerin so vollständig, daß nach Ausziehen des Stieles keinerlei Ausspritzen des Inhalts mehr eintrat. Daß es sich dabei um Plasmolyse und um Aufhebung eines osmotischen Druckes und nicht etwa um Wasserentzug aus einer quellbaren Substanz handelte, wird dadurch bewiesen, daß Früchte in siedendem Wasser nicht etwa stark aufquellen, sondern ebenfalls vollständig entspannt werden. Allem nach sind es also die Zellen des Fruchtfleisches, die einen hohen osmotischen Druck erzeugen (*Guttenberg* berechnet diesen auf etwa 27 Atmosphären) und die Fruchtwand spannen. Für diesen Druck kann der hohe Zucker- und Glukosidgehalt der betreffenden Zellen verantwortlich gemacht werden. Der bei der Explosion austretende Saft stammt, wie durch chemische und mikroskopische Untersuchung nachgewiesen werden konnte, ebenfalls aus diesen Zellen. Die Membranen derselben werden aber nicht, wie *Roze* annahm, schon vor der Explosion der Frucht zerrissen, denn dann müßte die dadurch frei gewordene Flüssigkeit durch die Interzellularen und die Spaltöffnungen der Fruchtwand nach außen gepreßt werden, sondern erst nachdem der Fruchts蒂el dem innern Druck folgend von der Frucht losgerissen ist und dadurch eine Stelle entstanden ist, an welcher der Gegendruck fehlt. Sobald dies der Fall ist, kontrahiert sich die Fruchtwand unter Auspressung des Fruchtinhalts, die dünnen Zell-

wände des Fruchtfleisches können dem Drucke nicht widerstehen, sie platzen und die Zellen spritzen insgesamt ihren Inhalt aus, wobei die Samen mitgerissen werden. „Die ganze Frucht der Spritzgurke verhält sich also nicht anders wie ein einzelner Ascus eines sporenausschleudernden Ascomyceten.“

K. T.

**Saatschutzmittel.** Zum Schutze des Saatgutes, und zwar nicht nur zur Abwehr von tierischen Feinden der Saat (wie z. B. von Vögeln, Drahtwürmern u. a.), sondern auch zur Abtötung von mancherlei pflanzlichen Schädlingen und Schmarotzern, die dem Saatgute anhaften und die junge Pflanze befallen und krank machen, wurden schon die verschiedensten Mittel empfohlen und teilweise auch mit deutlichem Erfolge verwandt. Einige Mittel (wie Corbin, Cuprocorbin, Antimycel) wurden anfangs nur zur Fernhaltung von Vögeln (Krähen, Tauben) angepriesen und verwandt. Wenn man von einem den Aufgang der Saat verzögernden Einflusse absieht, so haben sie sich als solche Mittel nach Versuchen, die von den verschiedensten Seiten, u. a. auch von der Bernburger landwirtschaftlichen Versuchsstation angestellt worden sind, gut bewährt. Neuerdings wurden nun die hier genannten Mittel auch für die Behandlung des Rübensaatgutes zur Abhaltung der Drahtwürmer und zur Bekämpfung des *Wurzelbrandes der Rüben* angepriesen. Da gerade diese letztere Frage für den Rübenbau äußerst wichtig ist, so wurden von der Bernburger Versuchsstation besondere Versuche angestellt, über deren Ausfall von Prof. Dr. W. Krüger und Prof. Dr. G. Wimmer in der *Zeitschrift des Vereins der deutschen Zuckerindustrie* Bd. 64, S. 705 (1914) berichtet wird. Neben den oben genannten Mitteln wurde von den Verf. auch die Wirkung der Carbonsäure erneut geprüft. Aus den mitgeteilten Zahlenzusammenstellungen geht ganz zweifellos hervor, daß die in Bernburg schon früher stets mit Erfolg geübte *Behandlung des Rübensaatgutes mit ½ % Carbolsäure* zur Verhütung des Auftretens des gefürchteten Wurzelbrandes auch bei den vorliegenden, vergleichenden Versuchen die Saat vor Befall durch Wurzelbrand fast vollständig zu schützen vermochte, unter der Voraussetzung, daß der Wurzelbrand infolge des verwandten Saatgutes auftritt. Hingegen geht aus den Versuchen auch weiter hervor, daß die anderen angewandten Mittel die Erkrankung der Keime durch Wurzelbrand nicht abwenden konnten, wenn sie auch das Keimergebnis an sich nicht sonderlich ungünstig beeinflussten. Eine Empfehlung in dieser Richtung wäre also nach den mitgeteilten Versuchen nicht berechtigt. Aufwendungen für die oben genannten Mittel werden sich also — nach den von den Verfassern erzielten Versuchsergebnissen — kaum lohnen können.

B. H.

Unser Wissen auf dem sehr umfangreichen und äußerst schwierigen **Gebiete der Pflanzenkrankheiten und des Pflanzenschutzes** ist trotz der schon zahlreich vorhandenen, tiefer eindringenden Forschungen noch immer ein verhältnismäßig sehr geringes. Mögen die Ursachen mehr mit pflanzlichen und tierischen Schädlingen der verschiedensten Art oder mit der Wirkung von aller kleinsten Lebewesen (von pflanzlichen und tierischen Mikroorganismen), mögen sie mit ungewöhnlichen Witterungsverhältnissen (wie mit großer Hitze oder starkem Froste, mit langanhaltender Trockenheit oder

großer Nässe) oder aber mehr mit der allgemeinen und besonderen Beschaffenheit des Bodens im Zusammenhange stehen, bei den weitaus meisten Pflanzenerkrankungen können wir jedenfalls beobachten, daß die Erforschung ihrer näheren Ursachen über die ersten Anfänge einer gründlicheren Aufklärung noch nicht wesentlich hinausgekommen ist. Der Grund für diese Erscheinung dürfte u. a. besonders darin mit zu suchen sein, daß fast bei allen pflanzenkrankheitlichen Forschungen die Chemie der Pflanze und ihres Standortes, vor allem die während der Pflanzenentwicklung im Boden sich abspielenden Umsetzungen, bisher völlig ungenügend, vielfach sogar überhaupt nicht berücksichtigt worden sind. Auch hat man bei der Erforschung von Pflanzenkrankheiten, die in der Hauptsache auf Pilzwirkungen usw. beruhen, bisher noch gar nicht näher die mancherlei Änderungen der physiologischen Eigenschaften der Kleinlebewesen berücksichtigt: Manche Wirkungen können scheinbar ganz verloren gehen, schädliche Wirkungen also völlig aufgehoben werden; solche Wirkungen können aber durch geeignete Maßnahmen (wie z. B. Änderungen im N-Gehalte und in der N-Form des Nährbodens) auch wieder aufgefrischt werden und in ihrer ursprünglichen Stärke hervortreten. Um so wichtiger sind daher frühere und neuere Arbeiten der Versuchsstation Bernburg auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten, als bei diesen gerade die chemische Seite besonders betont wird. Einen überaus wertvollen Beitrag liefert in dieser Hinsicht die neueste Arbeit von Prof. Dr. W. Krüger und Prof. Dr. G. Wimmer über die *Ursache und Abwendung der Dörrfleckenkrankheit des Hafers*, über die in der *Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie* Bd. 64, Heft 704 (1914), S. 707—757, eingehend berichtet wird. Alle Einzelheiten müssen in der Arbeit selbst eingesehen werden. Hier mag nur erwähnt sein, daß nach den beiden Forschern die genannte Haferkrankheit in erster Linie auf Vorgänge der Ernährung zurückgeführt werden muß: Sie entsteht durch die schädigende Wirkung der Überbleibsel physiologisch-alkalischer Salze und kann sicher verhindert werden, wenn man in geeigneter Weise die durch jene Überbleibsel entstehende alkalische Reaktion des Bodens beseitigt. Bei den ganzen Umsetzungen des Bodens spielt vor allem auch die Magnesia eine überaus wichtige Rolle. In ähnlicher Weise werden auch andere Pflanzen geschädigt. Bei den Rüben tritt die Herz- und Trockenfäule auf. Das Krankheitsbild wechselt übrigens bei allen Pflanzen ähnlich wie beim Hafer, je nach der Menge der alkalischen Verbindungen in weitgehendem Maße. Außerdem scheinen nach allen bisherigen Versuchen und Beobachtungen der Verf. die einzelnen Pflanzen verschieden empfindlich gegen die näher besprochenen alkalischen Verbindungen zu sein. Über die Mittel zur Abwendung der Dörrfleckenkrankheit des Hafers [ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  statt  $\text{NaNO}_3$ ; Gemenge von  $\text{NaNO}_3$  und  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  als N-Dünger; Eisenchlorid bei zuviel Kalk im Boden; Schwefel in Verbindung mit  $\text{FeCl}_3$ ; Erhöhung des Humusgehaltes im Boden] mag das Nähere ebenfalls in der Arbeit selbst nachgelesen werden. Bei alledem sind natürlich auch noch manche Nebenfragen zu lösen. Durch die Lösung solcher Fragen halten die Verf. es jedenfalls für möglich, daß auch die Mittel zur sicheren Heilung aller ähnlichen Krankheiten in den verschiedensten Fällen bei allen Pflanzen früher oder später noch aufgefunden werden.

B. H.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

JUN 3 - 1915  
U. S. Department of Agriculture

Heft 19.

7. Mai 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Experimenteller Nachweis der Ampèreschen Molekularströme. Von *Prof. Dr. A. Einstein, Berlin*. S. 237.

Die Atemwege der höheren Pflanzen. Von *Prof. Dr. F. W. Neger, Tharandt*. S. 238.

Meteorologie und Kriegführung. Von *Prof. O. Baschin, Berlin*. S. 242.

### Besprechungen:

*Sachs, Curt*, Real-Lexikon der Musikinstrumente. S. 246.

*Hughes, A. Ll.*, Die Lichtelektrizität. S. 247.

*Jaenichen, Willy*, Lichtmessungen mit Selen. S. 248.

*Valentiner, Siegfried*, Die Grundlagen der Quantentheorie in elementarer Darstellung. S. 248.

*Valentiner, Siegfried*, Anwendungen der Quantenhypothese in der kinetischen Theorie der festen Körper und der Gase. S. 248.

*Abderhalden, E.*, Fermentforschung. S. 248.

Verlag von Julius Springer in Berlin

## Chemiker-Kalender 1915

Herausgegeben von

**Dr. Rudolf Biedermann**

XXXVI. Jahrgang

**In zwei Bänden**

In Leinwand gebunden Preis zusammen M. 4.40

In Leder gebunden Preis zusammen M. 5.40

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 48 maliger Wiederholung  
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Ende 1912 erschien:

# Landolt-Börnstein

## Physikalisch-chemische Tabellen

Vierte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

unter Mitwirkung von

Th. Albrecht-Potsdam, K. Arndt-Berlin, K. Bädeker-Jena, O. Bauer-Berlin, W. Bein-Berlin, A. Blaschke-Berlin, H. Böttger-Berlin, W. Böttger-Leipzig, G. Bruni-Padua, A. Denizot-Lemberg, F. Dolealek-Berlin, F. Eisenlohr-Greifswald, E. Gehrcke-Berlin, H. Greinacher-Zürich, E. Gumlich-Berlin, F. Henning-Berlin, W. Herz-Breslau, W. Heuse-Berlin, A. Heydweiller-Rostock, W. Hinrichsen-Berlin, L. Holborn-Berlin, E. Jänecke-Hannover, W. P. Jorissen-Leiden, G. Just-Berlin, J. Koppel-Berlin, R. Kremann-Graz, G. Leithäuser-Hannover, H. Lundén-Stockholm, A. Mahlke-Hamburg, F. F. Martens-Berlin, G. Meyer-Freiburg i. B., H. Philipp-Greifswald, J. D. van der Plaats-Utrecht, Th. Posner-Greifswald, E. Regener-Berlin, V. Rothmund-Prag, H. Rubens-Berlin, O. Sackur-Breslau, C. Sandonnini-Padua, K. Scheel-Berlin, A. Schmidt-Potsdam, O. Schönrock-Berlin, H. v. Steinwehr-Berlin, A. Stirm-Leipzig, K. Stöckl-Passau, H. Tertsch-Wien, S. Valentiner-Klausthal, H. v. Wartenberg-Berlin, F. Weigert-Berlin, H. F. Wiebe-Berlin

und mit Unterstützung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften

herausgegeben von

**Dr. Richard Börnstein**

Professor der Physik an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin

**Dr. Walther A. Roth**

a. o. Professor der physikalischen Chemie an der Universität zu Greifswald

Mit dem Bildnis H. Landolts

1330 Seiten. Lex.-8°. In Moleskin gebunden Preis M. 56.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

7. Mai 1915.

Heft 19.

## Experimenteller Nachweis der Ampèreschen Molekularströme.

Von Prof. Dr. A. Einstein, Berlin.

Aus der Tatsache, daß jedes noch so kleine Bruchstück eines Magneten wieder ein vollständiger Magnet ist, hat man schon längst den Schluß gezogen, daß die Moleküle einer ferromagnetischen Substanz selbst als Magnete anzusehen sind. Aus dem bekannten Curie-Langevinschen Gesetze für die paramagnetischen Körper (z. B. Sauerstoffgas) geht ferner hervor, daß diese Molekularmagnete ein von der Temperatur unabhängiges Moment besitzen. Unter der Voraussetzung, daß dies auch für die ferromagnetischen Körper zutreffe, hat P. Weiß unter Benutzung einer einfachen zusätzlichen Hypothese („molekulares Feld“) eine Theorie des Ferromagnetismus entwickelt, die qualitativ und teilweise auch quantitativ den verwickelten Erscheinungen gerecht wird.

Über die physikalische Natur jener Molekularmagnete blieb man bisher im Ungewissen, wenn auch ein großer Teil der Theoretiker sich über sie eine bestimmte Meinung gebildet hatte, die zuerst von *Ampère* vertreten wurde. Nachdem nämlich von *Oerstedt* entdeckt worden war, daß magnetische Wirkungen nicht nur von Magneten, sondern auch von elektrischen Strömen ausgehen, schien es zunächst, daß diese beiden Entstehungsweisen magnetischer Wirkungen oder — wie wir heute zu sagen gewohnt sind — magnetischer Felder prinzipiell verschieden seien. Diese Sachlage mußte für die nach Vereinheitlichung der Naturauffassung strebenden Physiker unbefriedigend sein. Deshalb stellte *Ampère* schon kurz nach *Oerstedts* Entdeckung seine bekannte Hypothese auf, nach welcher auch das von magnetisierten Körpern ausgehende magnetische Feld von Strömen erzeugt sein sollte, welche aber im Innern der Moleküle verlaufen sollten. Als später H. A. Lorentz alle elektromagnetischen Wirkungen der Materie auf Bewegung elektrischer Massenteilchen (Ionen, Elektronen) zurückführte, hielt er an *Ampères* Hypothese fest und modifizierte sie im Sinne seiner molekulartheoretischen Auffassung aller elektrischen Phänomene dahin, daß die Ampèreschen Molekularströme durch Elektronen gebildet sein sollten, welche um den positiv geladenen Rest des Moleküls bzw. Atoms kreisen. Dieser Auffassung schloß sich auch P. Langevin in seiner bahnbrechenden molekulartheoretischen Arbeit über die para- und diamagnetischen Erscheinungen an.

Andererseits stehen aber dieser an sich durch ihre Einheitlichkeit befriedigenden Auffassung

von der Natur der felderzeugenden Ursachen erhebliche Schwierigkeiten gegenüber. Soweit unsere Erfahrung reicht, bleibt der Para- und Ferromagnetismus bei Annäherung an den absoluten Nullpunkt bestehen. Wir hätten also in der kreisenden Bewegung der Elektronen eine Art Molekularbewegung vor uns, welche bei Annäherung an den absoluten Nullpunkt der Temperatur bestehen bliebe; die kinetische Energie derartiger Bewegungen pflegt man als „Nullpunktsenergie“ zu bezeichnen. Die großen Schwierigkeiten, welche der exakten Durchführung aller Theorien sich entgegenstellen, welche durch eine „Nullpunktsenergie“ gekennzeichnet sind, sind hinreichend bekannt. Kein Theoretiker spricht gegenwärtig das Wort „Nullpunktsenergie“ aus, ohne daß in seinem Gesicht ein halb verlegenes, halb ironisches Lächeln zu sehen wäre. Jene Schwierigkeiten haften also auch an der Ampèreschen Auffassung des Magnetismus, und es muß gerade aus diesem Grunde die experimentelle Entscheidung über das Zutreffen oder Nicht-Zutreffen der Ampèreschen Hypothese sehr erstrebt werden<sup>1)</sup>. Im letzten Vierteljahre habe ich zusammen mit Herrn De Haas-Lorentz an der Phys.-technischen Reichsanstalt Versuche ausgeführt, durch welche nach meiner Meinung die reale Existenz der Ampèreschen Molekularströme sichergestellt wird. Diese Versuche beruhen auf folgender Erwägung.

Ein Molekül (bzw. Atom), welches ein um einen positiven Kern planetenartig kreisendes Elektron aufweist, hat einerseits in elektromagnetischer Beziehung die Qualitäten eines geschlossenen Stromes bzw. Elementarmagneten, andererseits aber die mechanischen Eigenschaften eines Kreisel; ein derartiges System besitzt nämlich ein Impulsmoment, zufolge dessen es seine Orientierung im Raume beizubehalten strebt, bzw. bei erzwungener Änderung seiner Orientierung Drehmomente nach außen abgibt. Eine einfache Rechnung ergibt nun<sup>2)</sup>, daß jenes Impulsmoment ( $m$ )

1) Es haftet der Ampèreschen Theorie in deren moderner, elektronentheoretischer Fassung auch die Schwierigkeit an, daß nach *Maxwells* elektromagnetischen Gleichungen die kreisenden Elektronen ihre kinetische Energie durch Ausstrahlung verlieren müßten, so daß die Moleküle bzw. Atome ihr magnetisches Moment mit der Zeit verlieren bzw. verloren haben müßten, was in Wahrheit sicherlich nicht zutrifft.

2) Kreist das Elektron in gleichförmiger Kreisbewegung vom Radius  $r$  mit der Geschwindigkeit  $v = 2\pi r n$  ( $n$  = Zahl der Umläufe pro Sekunde), so ist das Impulsmoment  $m$  seiner Größe nach gleich  $r \cdot \mu \cdot v$  oder gleich

$$2\pi\mu r^2 n.$$

Nach *Ampère* ist ferner das äquivalente magnetische Moment  $M$  einer ebenen Strombahn seiner Größe nach durch das Produkt Stromstärke  $\times$  Stromfläche gegeben

des Moleküls mit seinem (äquivalenten) magnetischen Moment ( $\mathcal{M}$ ) gemäß der Formel

$$m = -\frac{2\mu}{\epsilon} \mathcal{M} = -1,13 \cdot 10^{-7} \mathcal{M} \dots (1)$$

zusammenhängt. In dieser Formel bedeutet  $\mu$  die Masse,  $\epsilon$  die (elektromagnetisch gemessene) Ladung des Elektrons. Das negative Zeichen dieser Gleichung drückt aus, daß die Vektoren  $m$  und  $\mathcal{M}$  entgegengesetzt gerichtet sind. Das Wichtige und Unerwartete an Formel (1) ist, daß in die Beziehung zwischen Impulsmoment und magnetischem Moment weder die Geschwindigkeit der Elektronenbewegung, noch die Gestalt und Größe der Bahnkurve eingeht, sondern nur das aus Versuchen mit Kathodenstrahlen mit erheblicher Genauigkeit bekannte Verhältnis  $\frac{\epsilon}{\mu}$  für Elektronen.

Gleichung (1) bleibt auch gültig, wenn das Molekül mehrere kreisende Elektronen besitzt.

Nach *Ampères* Theorie in ihrer elektronentheoretischen Fassung besitzt also ein Molekül von bekanntem magnetischem Moment ein genau bekanntes mechanisches Impulsmoment. Es ist auch leicht einzusehen, daß Formel (1) auch für einen aus beliebig vielen Molekülen bestehenden Körper gilt; es bedeutet dann  $\mathcal{M}$  das magnetische Moment des ganzen Körpers,  $m$  das Impulsmoment aller kreisenden Elektronen zusammengenommen („inneres Impulsmoment“):

Nach dem bekannten Momentensatze der Dynamik bleibt die Summe der Impulsmomente eines Systems konstant, solange keine äußeren Drehmomente auf dasselbe wirken<sup>1)</sup>. Ändert sich also die Magnetisierung eines Körpers und mit ihr nach dem obigen Satze das mit seiner Magnetisierung gegebene innere Impulsmoment, so muß ein Impulsmoment anderer Art auftreten, welches jene Änderung gerade kompensiert. Jenes Impulsmoment anderer Art wird aber kein anderes sein, als ein gewöhnliches mechanisches Impulsmoment, m. a. W. der Körper wird bei Änderung seiner Magnetisierung in Drehung versetzt werden. Am einfachsten läßt sich diese von der Theorie geforderte mechanische Wirkung der

oder, da durch einen Punkt der Kreisbahn pro Sekunde im ganzen die Elektrizitätsmenge  $\epsilon n$  hindurchgeht und  $r^2 \pi$  die Stromfläche ist, durch den Ausdruck

$$\epsilon \pi r^2 n.$$

Impulsmoment und magnetisches Moment fallen beide der Richtung nach in die Normale der Bahnebene und sind wegen des negativen Vorzeichens der Elektronen-Ladung entgegengesetzt gerichtet. Mit Rücksicht hierauf folgt aus beiden angegebenen Ausdrücken die Formel (1).

<sup>1)</sup> Es ist dies ein bekannter Satz der Dynamik, nach welchem ein von außen nicht beeinflusstes System sich nicht selbst in Drehung versetzen bzw. eine einmal vorhandene Drehbewegung nicht verlieren kann, wohl aber können während der Bewegung Teile eines Systems (z. B. die Elektronen) ihre kreisende Bewegung auf andere Teile des Systems (z. B. das als starr gedachte System der ponderablen Atome des Magneten) übertragen. Eine derartige Übertragung ist die Ursache der von uns studierten Erscheinung.

Magnetisierungsänderung so ausdrücken: Eine Magnetisierungsänderung ist mechanisch einem äußeren Drehmomente  $\mathcal{D}$  äquivalent von der Größe

$$\mathcal{D} = -\frac{d m}{d t} = 1,13 \cdot 10^{-7} \frac{d \mathcal{M}}{d t} \dots (2)$$

Die prinzipiell einfachste Methode zur Prüfung der Formel (2) wäre die folgende: Man hängt das Eisenstäbchen S vertikal an einem dünnen Faden koaxial in dem etwa derart stromdurchflossenen Solenoid auf, daß oben der Nordpol entsteht. Kommutiert man den Strom, so muß das Stäbchen in Drehung geraten (von oben gesehen im Sinne des Uhrzeigers); die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  dieser Drehung ist gemäß (2) durch die Formel gegeben

$$\omega J = 2 \cdot 1,13 \cdot 10^{-7} \cdot \mathcal{M}, \dots (3)$$

wobei  $J$  das Trägheitsmoment des Stäbchens bezüglich seiner Drehachse,  $\mathcal{M}$  das magnetische Moment des Stäbchens vor bzw. nach der Kommutierung des Stromes bedeutet.

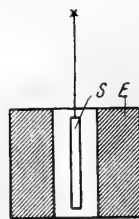


Fig. 1.

Das entstehende Impulsmoment ( $\omega J$ ) der mechanischen Drehbewegung des Magnets ist nämlich nach (2) gleich der mit der Konstante  $1,13 \times 10^{-7}$  multiplizierten Änderung der Magnetisierung. Der Faktor 2 in (3) rührt daher, daß bei der Ummagnetisierung die Änderung der Magnetisierung gleich ist der doppelten Magnetisierung.

In dieser einfachen Weise läßt sich der Versuch nicht leicht mit Erfolg durchführen, insbesondere weil infolge mangelnder Symmetrie das Stäbchen und seiner Aufhängung beim Kommutieren des Stromes in eine seitliche Zitterbewegung gerät, welche sich zum Teil in Drehbewegungen umsetzt, welche die zu untersuchende Drehbewegung verschleiert. Indem wir jedoch das Stäbchen an einem ziemlich steifen Glasfaden befestigten, der dem Stäbchen eine Eigenfrequenz seiner Drehschwingungen verlieh, welche mit der Frequenz eines in die Spule E gesandten Wechselstromes übereinstimmte, gelang es uns, der experimentellen Schwierigkeiten Herr zu werden. Mit Benutzung des angedeuteten Resonanz-Verfahrens gelang es, die Existenz des in Gleichung (2) angegebenen Drehmomentes qualitativ und quantitativ (letzteres mit etwa 10 % Unsicherheit) zu erweisen. Genauere Angaben über die Versuche findet man in einer Arbeit, welche etwa gleichzeitig mit dieser Notiz in den Berichten der Deutschen Phys. Ges. erscheint.

## Die Atemwege der höheren Pflanzen.

Von Prof. Dr. F. W. Neger, Tharandt.

„Unter Atmen im weitesten Sinne verstehen wir jede Art von Gasaustausch lebender Wesen.

Sowie wir aber Tier und Pflanze in Vergleich zueinander setzen, müssen wir den Begriff Atmen schärfer fassen. Der tierische Körper nimmt Sauerstoff auf und gibt — als Verbrennungsprodukt von Kohlehydraten — Kohlensäure ab, die grünen Pflanzen tun das gleiche, wenn auch quantitativ in geringerem Maße, daneben nehmen sie auch Kohlensäure auf, spalten — unter Mitwirkung des (roten) Lichtes — diese, behalten den Kohlenstoff zurück und geben den Sauerstoff wieder ab. Atmung im engeren Sinn ist nur der beiden Gruppen von Organismen — Tier und Pflanze — gemeinsame Vorgang, während die Umkehrung desselben — Kohlensäureaufnahme und Sauerstoffabgabe — bekanntlich als Assimilation bezeichnet wird. Gleichzeitig mit der Abgabe von Gasen entfernt sich auch Wasserdampf aus dem Körper der Lebewesen. Auch bezüglich der Bedeutung dieses Vorgangs besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen Tieren und Pflanzen.

Während die Abgabe von Wasserdampf aus dem tierischen Organismus (auf dem Weg über das Atmungsorgan) physiologisch soviel wie bedeutungslos ist, spielt sie bei den Pflanzen eine recht wichtige Rolle, und zwar bald im positiven, bald im negativen Sinn; positiv, wenn durch die Abgabe des Wasserdampfes der aufsteigende Saftstrom im Gang erhalten werden soll, negativ, wenn die Pflanze dabei Gefahr läuft, mehr Wasser abzugeben als sie entbehren kann.

Hiermit ergibt sich die Forderung, daß die Atemwege der Pflanzen einer Reihe von Aufgaben gerecht werden müssen.

Die Atemorgane der Blätter und jungen Achsen grüner Landpflanzen sind bekanntlich die Spaltöffnungen, die der älteren Achsenteile sind die Lentizellen.

Auf die anatomische Beschreibung dieser Organe darf hier wohl verzichtet werden, in der Voraussetzung, daß ihr Bau einigermaßen bekannt ist.

Dagegen soll ausgeführt werden, was wir — namentlich auf Grund neuerer Untersuchungen — über ihre Leistungsfähigkeit wissen, sowie darüber, wie sie der Forderung kräftigen Gasaustausches bei beschränkter Wasserabgabe gerecht werden.

### I. Methodisches.

Die mikroskopische Untersuchung gibt uns über das Öffnen und Schließen der Spaltöffnungen nur einen sehr unvollkommenen Aufschluß<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Turgor- und Gewebespannung der Schließ- und Nebenzellen erfahren beim Abziehen der Epidermis infolge der Isolierung vom übrigen Blattgewebe eine Änderung. Nur wenn das intakte Blatt unter dem Mikroskop betrachtet wird, sind verlässliche Resultate zu erwarten. Allein wegen der Undurchsichtigkeit der meisten Blätter ist auch diese Methode wenig anwendbar. Lloyd hat die mikroskopische Methode insofern modifiziert, als er die abgezogene Epidermis sofort in absoluten Alkohol taucht und so die jeweilige Öffnungs-

Wir müssen uns daher nach anderen Methoden umsehen.

Ein sinnreicher Apparat, der zeigt, ob die Spaltöffnungen einer Pflanze geschlossen oder offen sind, ist von den Engländern F. Darwin und D. F. M. Peltz<sup>1)</sup> erdacht und als Porometer bezeichnet worden. Derselbe (Fig. 1) besteht aus einem T-förmigen Glasrohr, das mit seinem vertikalen Ende in Wasser taucht, während die beiden horizontalen Arme mit je einem Gummischlauch in Verbindung stehen. Der eine ist an dem offenen Stiel eines glockenförmigen Trichterrohres befestigt, dessen breiter (glockenförmiger) Teil luftdicht an das mit Spaltöffnungen versehene Blatt angekittet wird. Der andere Arm steht mit einer Luftpumpe in Verbin-

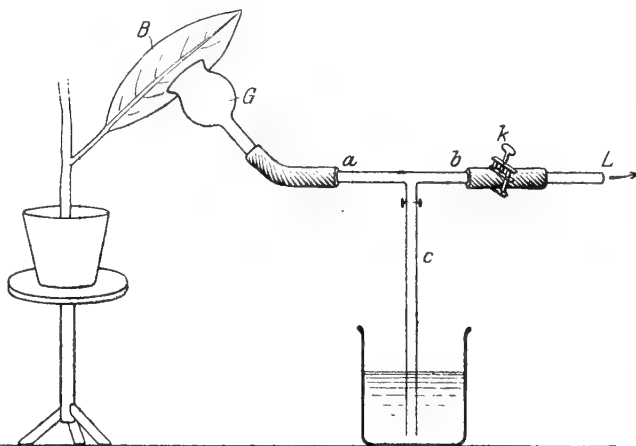


Fig. 1. Porometer (nach F. Darwin und Peltz).  
Erklärung im Text.

dung. Der hier befindliche Gummischlauch kann mittels eines Quetschhahnes luftdicht geschlossen werden. Der ganze Apparat wirkt folgendermaßen: Bei b saugt die Luftpumpe so lange, bis das Wasserniveau im Schenkel c bei der Marke M steht. Nun wird der Klemmhahn K geschlossen. Lassen die Spaltöffnungen des Blattes B Luft passieren — d. h. sind sie offen —, so fällt das Niveau im Rohr c schnell. Es wird um so langsamer fallen, je fester die Spaltöffnungen geschlossen sind. Die Schnelligkeit des Sinkens der Wassersäule ist also ein Kriterium für den Öffnungszustand der Spaltöffnungen.

Der große Vorzug dieser Methode ist, daß die Wegsamkeit der Stomata für Gase direkt gemessen wird, während früher angewandte Methoden, wie das Stahl'sche Verfahren mit Kobalt-

weite fixiert. Endlich sei ein anderes von Buscalioni und Pollacci erdachtes Verfahren angeführt, nach welchem ein Kollodiumhäutchen mittels eines Pinsels auf das zu untersuchende Blatt aufgetragen, nach dem Erhitzen abgezogen und an diesem — im Abdruck — der Öffnungszustand untersucht wird.

<sup>1)</sup> On a new method of estimating the aperture of stomata (Proc. Roy. Soc. Bot. Vol. 84, 1911).

papier<sup>1)</sup>; indirekt, nämlich aus der Rötung auf den Öffnungszustand schließt. Wie wenig zuverlässig diese letztere Methode<sup>2)</sup> ist, geht daraus hervor, daß unter Umständen die Wassersäule des Porometers in wenig Sekunden sinkt, die Rötung des Kobaltpapieres aber erst nach zwei Minuten oder später eintritt. Dem Zustand der Spaltöffnungen nach — auf Grund der Porometerangabe — hätte die Wasserdampfabgabe sehr groß sein müssen. Sie war es aber nicht; denn bei wirklich stark transpirierenden Blättern tritt die Rötung des Kobaltpapieres in der Regel fast momentan ein.

Bei solch subtilen Fragen wie derjenigen der Erforschung der Spaltöffnungsbewegung wird man sich nicht gern auf eine einzige Methode verlassen, sondern suchen, die so gewonnenen Erfahrungen mit Hilfe einer anderen Versuchsanstellung auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Eine Methode, die der Porometerprobe an Genauigkeit kaum nachsteht und dabei den Vorteil leichter Handhabung bietet, ist das von *Molisch*<sup>3)</sup> erdachte Infiltrationsverfahren.

Dasselbe besteht darin, daß auf ein Blatt, dessen Spaltöffnungszustand untersucht werden soll, kleine Tropfen verschiedener Flüssigkeiten gebracht und beobachtet wird, welche dieser Flüssigkeiten durch die Spaltöffnungen in das Innere des Blattes eindringt. Das Eindringen selbst wird daran kenntlich, daß an der betreffenden Stelle das Blattgewebe — infolge der Infiltration — bei auffallendem Licht dunkler, bei durchfallendem Licht heller erscheint, als nicht-infiltriertes Blattgewebe (Fig 2).

Diese Methode wurde gleichzeitig von *Stahl* erfunden und von einer seiner Schülerinnen *E. Stein*<sup>1)</sup> genauer ausgearbeitet. Es zeigte sich, daß hauptsächlich drei Flüssigkeiten geeignet sind, eine Vorstellung zu geben über den Grad der Öffnungsweite der Stomata.

Petroläther (niedrig siedend, ca. 55–60 °) dringt in Spaltöffnungen noch ein, welche Benzol und Xylol den Eintritt schon verwehren. Wenn daher selbst mit Petroläther keine Infiltration erfolgt, können die Spaltöffnungen als geschlossen — oder wenigstens nahezu geschlossen — angesehen werden. Paraffinum liquidum dagegen läßt im Fall sofortigen Eindringens auf sehr große Öffnungsweite schließen. Ein mittleres Verhältnis zeigt Petroleum an.

Vergleichende Beobachtungen mit der Porometermethode einerseits und dem Infiltrations-

verfahren andererseits an einem und demselben Objekt angestellt, lehrten nun, daß die Wassersäule des Porometers nicht mehr sinkt, wenn Petroläther den vollkommenen Schluß der Spaltöffnungen anzeigt, während Petroleum, Paraffinum liquidum, Benzol, Xylol und Alkohol (letztere sind die von *Molisch* verwendeten Reagentien) nicht mehr eindringen, wo sowohl die Porometermethode als auch Petroläther auf eine schwache Öffnung der Stomata schließen lassen. Im allgemeinen erweist sich die Porometermethode als die feinere Unterschiede erkennen lassende Untersuchungsform.

Namentlich gilt dies da, wo es sich um die Ermittlung der Durchlüftungskapazität eines Blattes handelt. Es wäre nämlich ein großer Irrtum, wollte man aus der Infiltrationsfähigkeit eines Blattes gleichzeitig auf seine Durchlüftungsfähigkeit schließen. Dies geht aus einem von *E. Stein* mitgeteilten Versuch mit *Nidularium striatum* und *Ficus elastica* hervor.

Bei ersterer Pflanze fiel die Wassersäule sehr schnell, von Flüssigkeiten trat aber nur Petroläther infiltrierend ein. Offenbar ist die Durchlüftung bei dieser Pflanze sehr vollkommen, so daß bei der Porometerprobe durch die wenig geöffneten Stomata viel Luft austrat. Bei *Nidularium* sank die Wassersäule viel langsamer, und dabei ist das Mesophyll dieser Pflanze zur Zeit der maximalen Öffnung der Stomata sogar für Paraffin zugänglich.

Es soll später gezeigt werden, auf welche andere Weise die Durchlüftung (Wegsamkeit) des Mesophylls anschaulich gemacht werden kann.

Ein Nachteil der Porometermethode ist, daß sie nicht auf kleine Blätter wie die Nadeln der Koniferen anwendbar ist.

Aber auch das Infiltrationsverfahren versagt hier vollständig, weil der Spalt der Stomata dieser Pflanzen überaus eng ist, und selbst unter günstigsten Umständen nur Ligroin eintreten läßt.

Für derartige Fälle hatte ich ein Verfahren ausgearbeitet, welches gewissermaßen eine Kombination von Porometer- und Infiltrationsmethode ist, es mag deshalb Evakuations-Infiltrationsverfahren genannt werden<sup>1)</sup>.

Dasselbe gewährt gleichzeitig einen guten Einblick in die Durchlüftungsverhältnisse des Mesophylls. Abgeschnittene Nadelholzzweige, deren Spaltöffnungszustand untersucht werden soll, werden, mit der die Stomata tragenden Seite nach oben gewendet, in ein flaches Gefäß mit Wasser gelegt, dann unter den Rezipienten der Luftpumpe gebracht und dieser evakuiert. Man kann nun beobachten, wie durch die Spaltöffnungen — vorausgesetzt, daß sie geöffnet sind — kleine Luftbläschen entweichen<sup>2)</sup>. (Es empfiehlt sich, die

<sup>1)</sup> *Neger*, Spaltöffnungsschluß und künstliche Turgorsteigerung (Ber. d. D. Bot. Ges. 1912).

<sup>2)</sup> Allerdings ist zu beachten, daß sich auch, die im Wasser enthaltene Luft in Form kleiner Bläschen an den im Wasser untertauchenden Objekten ansetzt und so das oben geschilderte Bild beeinträchtigt wird; dies

<sup>1)</sup> Wasserfreies und daher farbloses Kobaltpapier (20%  $\text{CoCl}_2$ ) an ein mit Spaltöffnungen besetztes Blatt angelegt, färbt sich rot, wenn die Spaltöffnungen Wasserdampf abgeben.

<sup>2)</sup> Auch das von *F. Darwin* angewandte *Yucca*-Hygroskop schließt aus der Feuchtigkeitsabgabe auf den Öffnungszustand der Spaltöffnungen und gibt dabei falsche Resultate; z. B. zeigt es an Blättern mit zarter, cuticulafreier Epidermis — selbst bei geschlossenen Spaltöffnungen — hohe Feuchtigkeit an.

<sup>3)</sup> Das Öffnen- und Geschlossensein der Spaltöffnungen usw. (Zeitschr. f. Botanik Bd. IV, 1912).

Zweige mit schweren Objektträgern zu belasten, um zu verhindern, daß sie durch die aufsteigenden Luftblasen an die Wasseroberfläche gerissen werden.) Wird nun der normale Luftdruck wieder hergestellt, so wäre zu erwarten, daß das Wasser durch die Spaltöffnungen in das Innere des Blattes eindringt; dies ist aber fast nie der Fall, weil die Spaltöffnungen der Koniferen so eng sind, daß sie selbst unter Druck stehendes Wasser nicht passieren lassen. Gleichwohl ist es möglich, mit Hilfe dieser Methode den Öffnungszustand der Stomata zu veranschaulichen. Zu diesem Zweck ist es nötig, nach der Evakuierung und Wiederherstellung des äußeren Luftdruckes die Koniferennadeln mittels einer feinen Stahlnadel anzu- stechen. Tritt nun das Wasser durch die Stich- wunde in das Innere des Blattes ein — was an der nun erfolgenden Infiltration zu erkennen ist —, so darf hieraus geschlossen werden, daß im Innern des Blattes ein Unterdruck geherrscht hatte — d. h. daß durch die Spaltöffnungen Luft entwichen war. Bleibt dagegen nach dem Anstechen die Infiltration aus, so ist dies ein Beweis dafür, daß die Spaltöffnungen so eng geschlossen waren, daß sie — während der Evakuierung — keine Luft hatten entweichen lassen.

Mit Hilfe dieser Methode gelang es mir, nachzuweisen, daß die von Frau Schwabach<sup>1)</sup> behauptete Unbeweglichkeit der Koniferenstomata nicht zu Recht besteht.

Stark welkende — einjährige — Nadeln der Weißtanne — in der angegebenen Weise behandelt — zeigen keine Spur von Infiltration, woraus auf vollkommenen Spaltöffnungsschluß geschlossen werden darf, während frische — turgescente — Nadeln, nach Evakuierung unter Wasser angestochen, sich sofort mit Wasser infiltrieren.

Bei älteren Nadeln scheint allerdings die Beweglichkeit der Stomata sehr abzunehmen; in- dessen stellt sich an solchen Nadeln eher ein Zu- stand andauernden<sup>2)</sup> Offenseins ein, nicht aber, wie Frau Schwabach behauptet, ein dauernder Schluß. In vorzüglicher Weise eignet sich die eben be- schriebene Methode — wie schon erwähnt — dazu,

kann dadurch z. T. vermieden werden, daß ausgekochtes und im Vakuum abgekühltes Wasser verwendet wird. Übrigens liegt der Schwerpunkt dieser Untersuchungs- methode nicht in der Beobachtung der austretenden Luftblasen, sondern in der Feststellung eines im In- nern der Blätter entstandenen luftverdünnten Raumes, woraus indirekt auf Luftaustritt geschlossen werden kann (s. o.).

<sup>1)</sup> Zur Entwicklung der Spaltöffnungen bei Koniferen (Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. XX, 1902).

<sup>2)</sup> Zu ähnlichen Vorstellungen über die Bewegun- gen der Koniferenstomata kommt man übrigens auf Grund quantitativer Untersuchungen über den Wasser- verlust abgeschnittener Sprosse. Die spezifische Transpiration (bezogen auf Wassergehalt) nimmt mit dem zunehmenden Nadelalter zu, was beweist, daß die Stomata mit steigendem Lebensalter ihre Beweglich- keit mehr und mehr einbüßen. Vgl. hierüber die ein- gehend beschriebenen Versuche in: Neger und Lakon, Studien über den Einfluß von Abgasen auf die Lebens- funktionen der Bäume (Mitt. Kgl. sächs. forstl. Ver- suchsanstalt Tharandt Bd. I, Heft 3, 1914).

die Wegsamkeit der Interzellularräume im Meso- phyll (*E. Stein* nennt sie die Durchlüftungskapa- zität) zu beurteilen und sogar makroskopisch sicht- bar zur Darstellung zu bringen.

Wird ein Blatt von *Evonymus japonica*, Efeu, Fuchsia (oder anderer immergrünen Holz- gewächse) unter Wasser liegend in den Reci- pienten der Luftpumpe gebracht, evakuiert und sodann der gewöhnliche Luftdruck wieder herge- stellt, so infiltriert sich das Blatt, indem das Wasser durch die Spaltöffnungen eintritt, sofern diese weit genug offen sind, auf jeden Fall aber, wenn es mit einer Nadel unter Wasser angestochen wird. Und zwar erfolgt die Infiltration derart, daß sofort das ganze Blatt bzw. die Interzellular- räume sich mit Wasser füllen.

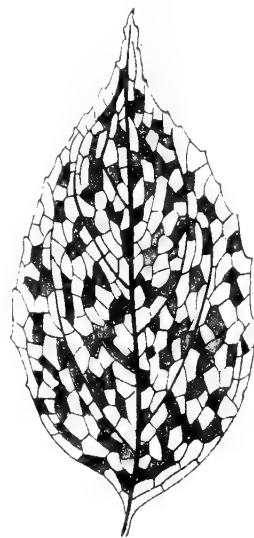


Fig. 2. Blatt von *Philadelphus* mit zahlreichen einzelnen, scharf umgrenzten Infiltrationsgebieten (heterobarischer Typus).

Ganz anders verhalten sich die Blätter unserer sommergrünen Bäume, wie Buche, Hainbuche, Ahorn, Linde. Hier erscheint das Blatt nach der Infiltration gefeldert, indem zahlreiche kleine von Nerven umrahmte Infiltrationsgebiete mit ebenso großen nicht infiltrierten Feldern abwechseln. (Fig. 2.)

Demnach können zwei Typen von Blättern unterschieden werden, nämlich solche, bei welchen sämtliche Interzellularen untereinander in Ver- bindung stehen — hier verteilt sich die Druck- minderung bei Evakuierung in gleicher Weise auf sämtliche Interzellularräume und ich nannte sie daher „homobarische“ — und solche, deren scharf umgrenzte Interzellularräume hermetisch gegen- einander abgeschlossen sind — bei Evakuierung herrscht offenbar in den einzelnen Teilen des Mesophylls sehr verschiedener Druck, weshalb Blätter dieses Typus „heterobarisch“ genannt sein mögen.

Dem ersteren Typus gehören die meisten im- mergrünen Holzgewächse, namentlich die Hart-



laubgehölze an (auch Koniferen), dem zweiten die meisten unserer sommergrünen Laubbölzer. Erstere besitzen gewissermaßen eine *einzig* innere Atmosphäre, letztere zahlreiche luftdicht gegen einander abgegrenzte Kammern<sup>1)</sup>.

Ergänzungsweise sei bemerkt, daß ein halbes Jahr nachdem ich meine Evakuations-Infiltrationsmethode mitgeteilt hatte, *Dengler*<sup>2)</sup> ein Verfahren vorschlug, das eigentlich nichts anderes als eine Umkehrung der oben genannten Methode ist, nämlich Erhöhung des Innendrucks an in Wasser eintauchenden Nadeln. Ein großer Nachteil dieser Methode ist, daß nicht am Zweig sitzende Nadeln verwendet werden können, sondern nur abgelöste Blattorgane.

Ich kann deshalb nicht finden, daß, wie *Dengler* meint, seine Methode natürlicher sei als die meinige.

Nachdem wir so die wichtigsten Methoden der Untersuchung kennen gelernt haben, soll im folgenden ausgeführt werden, was mit Hilfe dieser Methoden erreicht wird, um Einblick zu erhalten in die Schließ- und Öffnungsbewegungen der Stomata.

(Schluß folgt.)

## Meteorologie und Kriegführung.

Von Prof. O. Baschin, Berlin.

Die Berichte unserer Obersten Heeresleitung enthielten um Mitte Januar dieses Jahres öfters nichts weiter als die Mitteilung, daß Regen, Sturm oder trübe Witterung die Gefechtstätigkeit behindert oder ganz ausgeschlossen hätten, und lenkten damit auch den Blick weiterer Kreise auf die Bedeutung, die dem Wetter für militärische Operationen aller Art im Kriege zukommt. Wer jedoch die einzelnen Kapitel der politischen Völkergeschichte genauer studiert, der erkennt bald, daß in früheren Zeiten der Einfluß des Wetters auf den Ausgang von Schlachten viel größer gewesen ist als heute, da dank dem hohen Stande der modernen Technik nicht nur Waffen und Munition, sondern auch Transportmittel und Transportwege auf dem Lande, Kriegsschiffe auf See, ferner aber auch die Übermittlung von Nachrichten, die Versorgung mit Lebensmitteln sowie zahlreiche andere mit dem Kriege zusammenhängende Tätigkeiten viel unabhängiger vom Wetter geworden sind, als es etwa vor 100 Jahren der Fall war. Immerhin wird die Witterung aus dem Grunde stets eine

große Rolle im Kriege spielen, weil sie zu den wirklich neutralen Mächten gehört, und keinen Beeinflussungen zugänglich ist, wenngleich ihr Verhalten mitunter ebenso unberechenbar sein mag als dasjenige mancher politischen Mächte.

Der enge Zusammenhang zwischen Meteorologie und Strategie kommt schon sehr deutlich in der Geschichte der Wissenschaft vom Wetter zum Ausdruck, denn die Entwicklung der modernen Meteorologie empfangt bekanntlich ihren ersten Anstoß von einem kriegerischen Ereignis, dem Verlust des französischen Linienschiffs „Henri IV“ vor Sebastopol und der Zerstörung des Lagers von Balaklawa während des Krimkrieges am 14. November 1854. Es stellte sich nämlich nachträglich heraus, daß diese Katastrophen zu vermeiden gewesen wären, wenn man das Herannahen des plötzlich einsetzenden Sturmes, dem jenes Schiff und das Lager von Balaklawa zum Opfer fielen, rechtzeitig erkannt hätte. So gab die Schwächung der vereinigten französisch-englisch-türkischen Flotte den Anstoß zur Einrichtung und Entwicklung der Wettertelegraphie, deren Material das Fundament für die Ausgestaltung der synoptischen Meteorologie zu einer modernen Naturwissenschaft lieferte.

Es ist daher gewissermaßen die Erfüllung einer Dankspflicht, wenn dieser junge Wissenszweig seinerseits sich der Kriegskunst erkenntlich zeigt für die Anregung, die er ihr verdankt, und sich heute in anerkannter und erfolgreicher Weise als Militärwetterdienst der Organisation unseres Heeres einordnet.

Daß eine genauere Kenntnis der klimatischen Verhältnisse des Kriegsschauplatzes von größter Bedeutung ist, dürfte ohne weiteres einleuchten, und daß auch die Verschiedenartigkeit der einzelnen Jahreszeiten in der Strategie berücksichtigt werden muß, hat Freiherr Colmar von der Goltz in seinem klassischen Werke „Das Volk in Waffen“ zur Genüge hervorgehoben. Denn für die Ausrüstung der Truppen mit Kleidung, Zelten, Schlafsäcken und Decken, für die hygienischen und medizinischen Maßnahmen, die Zusammensetzung des Proviantes, die Versorgung mit Trinkwasser und zahlreiche andere organisatorische Einzelheiten ist eine weitgehende Kenntnis der jahreszeitlichen Änderungen des Klimas erforderlich. Aber auch die jeweilig herrschende Witterung, die ja mitunter einem außerordentlich schnellen Wechsel unterworfen sein kann und häufig weit von den normalen klimatischen Verhältnissen abweicht, ist von höchster Wichtigkeit für die Kriegführung.

Wie sehr der siegreiche Ausgang des jetzigen Krieges von dem Ertrage unserer diesjährigen Ernte abhängt, ist zur Genüge bekannt, und diese Tatsache bietet somit ein besonders aktuelles Beispiel für die entscheidende Rolle, die günstiges Wetter, welches das Wachstum fördert und eine gute Ernte gewährleistet, *indirekt* im Kriege spielen kann.

<sup>1)</sup> Daß bei den homobarischen Blättern die Interzellularräume untereinander in Verbindung stehen, geht noch aus einer anderen Erscheinung hervor: Wird ein homobarisches Blatt halb eingetaucht unter die Luftpumpe gebracht, so füllt sich häufig der eingetauchte Teil des Blattes nicht mit Wasser, weil die Luft in den herausragenden Teil eintritt, und so auch in den untertauchenden gelangt. Anders verhält sich bei gleicher Behandlung ein heterobarisches Blatt. Infiltration erfolgt an der untergetauchten Hälfte.

<sup>2)</sup> Eine neue Methode zum Nachweis der Spaltöffnungsbewegungen bei den Koniferen (Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. XXX, 1912).

Aber auch *direkt* greifen die einzelnen Elemente der Witterung bald fördernd, bald hindernd in die strategischen Operationen ein. Der Gesundheitszustand der Truppen, ihr Gemütszustand, von dem die Kampfesfreudigkeit in hohem Grade bestimmt wird, desgleichen ihre Marschleistung, die Zufuhr von Proviant und Kriegsmaterial, die Beschaffenheit der Verkehrswege, die Verwendbarkeit der verschiedenen Waffen und anderer Kriegsmittel sowie zahlreiche andere Einzelheiten sind in hohem Maße vom Wetter abhängig.

Unterzieht man sich der Mühe, aus den zahlreichen Darstellungen früherer Kriege die Einwirkung abzuleiten, welche die einzelnen Faktoren der Witterung auf den Verlauf von Feldzügen oder kleineren militärischen Unternehmungen ausgeübt haben, so findet man, daß es wohl kein meteorologisches Element geben dürfte, das nicht schon irgend einmal den Ausgang eines Kampfes entschieden oder wenigstens in erheblicher Weise beeinflußt hätte.

Aus den vielen Beispielen für derartige Zusammenhänge, welche uns die Kriegsgeschichte liefert, seien in folgendem nur wenige typische für einige der wichtigsten meteorologischen Elemente angeführt, da eine auch nur einigermaßen vollständige Aufzählung viele Bogen füllen würde<sup>1)</sup>.

Die Helligkeit hat seit dem Worte des Josua „Sonne stehe stille zu Gibeon“ stets eine hervorragende Bedeutung in der Kriegsgeschichte gehabt, wie ja auch heute noch die kriegerischen Operationen bei Tage weitaus die bei Nacht überwiegen. Die Tageslänge, die Dauer der Dämmerung sowie Stellung und Phasen des Mondes lassen sich für jeden Ort auf der Erde mit genügender Genauigkeit vorher berechnen, so daß in dieser Beziehung Überraschungen kaum zu gewärtigen sind.

Während z. B. in Nordeuropa unter 70° Breite der längste Tag 1546 Stunden währt (d. h. die Sonne solange ununterbrochen über dem Horizont bleibt), beträgt im Mittelländischen Meer unter 35° Breite die längste Tagesdauer nur 14 Stunden und 21 Minuten. Von den 8766 Stunden des Jahres steht die Sonne in den Monaten Mai, Juni und Juli in 60° Breite (also in der Gegend von Stockholm) 1630 Stunden, in 35° Breite (im Mittelländischen Meer) dagegen nur 1303 Stunden über dem Horizont. Zu der entgegengesetzten Jahreszeit (November, Dezember und Januar) hat umgekehrt der 35. Breitengrad die längere Helligkeit, nämlich 992 Stunden, gegen 624 Stunden unter dem 60. Breitengrad.

Für die Breiten der nördlichen Halbkugel, welche bei dem gegenwärtigen Krieg in Betracht kommen, gibt die folgende Tabelle die Gesamt-

zahl der Stunden an, während deren die Sonne in den betreffenden Monaten über dem Horizont steht. Beachtenswert ist die allgemeine Zunahme der gesamten Helligkeit mit wachsender Breite und die Umkehrung des Verhältnisses zwischen höheren und niederen Breiten vom März zum April und vom September zum Oktober.

	Nördliche Breite:							
	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
	Tageshelligkeit in Stunden							
Januar . . . . .	334	323	311	297	281	263	242	210
Februar . . . . .	317	311	305	297	289	280	270	254
März . . . . .	371	371	370	369	368	366	367	356
April . . . . .	380	385	390	396	403	412	423	438
Mai . . . . .	411	421	432	445	459	475	498	529
Juni . . . . .	407	419	432	448	465	485	514	551
Juli . . . . .	416	427	439	454	470	489	516	550
August . . . . .	400	407	414	423	433	444	461	483
September . . . .	367	369	370	372	374	376	380	386
Oktober . . . . .	358	354	349	343	337	330	323	312
November . . . .	328	319	308	296	283	268	250	224
Dezember . . . . .	330	318	304	288	270	250	225	190
Jahr . . . . .	4419	4424	4424	4428	4432	4438	4469	4483

Aber diese normale Helligkeit kann durch Bewölkung und Nebel, sowie durch eigenartige Beleuchtungsverhältnisse unvorhergesehene Veränderungen erleiden, und solche atmosphärische Störungen sind daher imstande, die schönsten strategischen Pläne zu durchkreuzen. So haben bei dem Seesieg unseres Geschwaders vor Coronel an der chilenischen Küste am 1. November 1914 nach den englischen Berichten die Beleuchtungsverhältnisse den Untergang der beiden englischen Panzerkreuzer verursacht, die sich in scharfer Silhouette gegen den hellen abendlichen Westhimmel abhoben, während das Geschwader des Grafen v. Spee an dem durch den Erdschatten verdunkelten Osthorizont schwer erkennbar blieb.

Ein mit Dämmerungsbeobachtungen vertrauter Meteorologe wird auch häufig imstande sein, jene, zwar schnell vorübergehende, aber oft recht intensive Zunahme der Helligkeit nach Sonnenuntergang, die durch das Auftreten von Purpurlicht verursacht wird, vorausszusehen.

Ein unmittelbarer Einfluß der *Temperatur* ist wohl häufig vorhanden, aber nur in extremen Fällen nachweisbar. Die Kriegsgeschichte Indiens liefert zahlreiche Beispiele für die verderbliche Macht der Hitze, und der kürzlich verstorbene englische Feldmarschall Lord Roberts berichtet, daß er 1868 eine Lufttemperatur von 47° C in seinem Zelt messen konnte. Andererseits hat strenger Frost im Januar 1719 ein unter dem Befehl von General *Arnfeldt* stehendes schwedisches Heer von 10 000 Mann in dem Grenzgebirge zwischen Schweden und Norwegen fast völlig zugrunde gerichtet.

<sup>1)</sup> Eine größere Anzahl von Beispielen ist in meiner Abhandlung „Der Krieg und das Wetter“ (Deutsche Rundschau, Berlin 1915, April- und Mai-Heft) enthalten.

Ganz besonders aber verdient hervorgehoben zu werden, daß für die Beurteilung des Temperatureinflusses auf Truppen meist nicht die Lufttemperatur allein in Betracht kommt, sondern alle jene thermischen Faktoren, die zwar physiologisch empfunden werden, aber nicht so einfach zu messen sind und daher häufig vernachlässigt werden. Dazu gehört in erster Linie die Strahlung, namentlich die direkte oder reflektierte Wärmestrahlung der Sonne, ferner Wärmehalt, Feuchtigkeit und Bewegung der Luft. Bei Windstille und starker Sonnenstrahlung lassen sich z. B. im Gebirge Temperaturen von 20° C unter dem Gefrierpunkt leichter ertragen als solche von 10° C über Null bei Nebel, Regen und Sturm.

Im modernen Stellungskampf, der häufig tagelangen ununterbrochenen Aufenthalt in tiefen Gräben, beziehungsweise unter der Erde erfordert, spielt ferner die Temperatur der oberen Bodenschichten eine große Rolle für den Wärmehaushalt des Körpers, während gefrorener Boden außerdem die Herstellung von Schützengräben und Unterständen erschwert und verzögert.

Sehr viel häufiger jedoch als ein unmittelbarer ist ein mittelbarer Einfluß der Temperatur, da bei großer Hitze Lebensmittel leichter verderben, durch plötzlich einsetzendes Tauwetter der Boden erweicht, Wege ungangbar und Flüsse unpassierbar gemacht werden können. Umgekehrt schafft strenger Frost meist Verkehrserleichterungen, indem er Flüsse und Seen sowie unpassierbare Sümpfe in wegsames Terrain umwandelt. Von diesem Gesichtspunkte aus gewinnt die Nachtfrostprognose eine erhöhte Bedeutung, da sie gegebenenfalls das Passieren eines Sumpfes während der Nacht ermöglichen kann, ohne daß dem Feind am nächsten Tage Gelegenheit zur Verfolgung gegeben ist.

Bei sehr niedrigen Temperaturen können die Zündungsvorrichtungen, bei sehr hohen die Kühlvorrichtungen der Explosionsmotoren versagen, die neuerdings für Land-, Wasser- und Luftfahrzeuge eine immer wichtiger werdende Rolle zu spielen berufen sind.

Von besonderer Bedeutung ist das *Zufrieren* von Kriegs- und Handelshäfen und die Blockierung sonst leicht zugänglicher Küsten durch Eis. Im jetzigen Krieg beraubte die Sperrung des Hafens von Archangelsk durch das Eis Rußland der letzten Möglichkeit, seine Schiffe in das offene Meer ausfahren zu lassen. Seitdem ist ihm jede direkte Zufuhr vom Ozean her abgeschnitten. Auch ist einer der seltsamsten Fälle der ganzen Kriegsgeschichte durch das Zufrieren des Meeres bei der holländischen Insel Texel ermöglicht worden, nämlich die Eroberung einer Flotte durch Kavallerie. Gegen Ende der französischen Invasion in Holland waren dort 14 holländische Kriegsschiffe eingefroren, welchen sich im Januar 1795 in der Dunkelheit die 3. Husaren unter General *Devoynter*, nachdem die Hufe der

Pferde mit Werg umwickelt waren, unbemerkt nähern und so die Flotte zur Übergabe zwingen konnten.

Von gewichtigem Einfluß ist der *Nebel*, nicht nur weil er bei großer Intensität jede kriegsrische Tätigkeit lahmlegen kann, sondern auch, weil er ein außerordentlich veränderliches Element ist, dessen verschiedene Formen und Entstehungsbedingungen noch sehr wenig erforscht sind und dessen Eigentümlichkeiten daher derjenigen Partei, die mit ihm vertraut ist, von vornherein eine Überlegenheit sichert. Ob ein Frühnebel aus den Tälern aufsteigen und allmählich verschwinden oder sich immer dichter zusammenballen und schließlich das ganze Tal erfüllen wird, können nur meteorologisch interessierte Bewohner der Gegend mit einiger Sicherheit entscheiden. Ein Kapitel für sich bildet der *Seennebel*, der zu gewissen Jahreszeiten in bestimmten Meeresteilen und Küstengegenden außerordentlich häufig ist und auch im jetzigen Kriege auf der Nordsee schon öfter eine entscheidende Rolle gespielt hat. Während der Kontinentsperre, durch die Napoleon den britischen Handel vom europäischen Festland ausschloß, hatten die Engländer im Jahre 1809 die Insel Anholt im Kattegat besetzt und benutzten sie als Stützpunkt für die Durchbrechung der Blockade. Im März 1811 machten nun die Dänen den Versuch, die Insel zurückzuerobern und schickten in einer dunklen Nacht während eines starken Nebels 12 Kanonenboote und mehrere Transportschiffe, die unbemerkt auf Anholt 1000 Mann landeten, welche einen Angriff auf das dort befindliche Fort machten. Sie konnten aber nicht bemerken, daß auch die Engländer den dicken Nebel benutzt hatten, um zwei große Kriegsschiffe nach der Insel zu senden, die nun in den Kampf eingriffen. So gerieten die Dänen zwischen zwei Feuer und wurden gefangen genommen. Der Nebel von Anholt aber lebte noch lange in Sprichwörtern weiter.

Andauernder *Regen* wird zwar heute nicht mehr wie 1346 in der Schlacht bei Crécy die Bogensehnen der genuesischen Bogenschützen unbrauchbar machen oder das Pulver durchnässen und so eine Einstellung des Feuergefechts erzwingen, wie es z. B. bei Znaim im Juli 1809 der Fall war. Aber schon häufig haben schwere Regenfälle in Kriegszeiten verheerend gewirkt. Ein besonders interessanter Fall ereignete sich in einem der trockensten Gebiete unserer Erde, der algerischen Sahara, wo im April 1899 durch einen gewaltigen Regenguß eine derartig plötzlich einsetzende Überschwemmung verursacht wurde, daß auf einer Fläche von 800 m Durchmesser das Wasser Manneshöhe erreichte und mehrere Soldaten ertranken.

Dichter *Schneefall* macht die Luft mitunter noch undurchsichtiger als Regen oder leichter Nebel. In der Schlacht bei Eylau im Februar 1807 herrschte ein so heftiger Schneesturm, daß

niemand mehr seinen Gegner erkennen konnte. So kam es, daß bei einem Angriff russischer Kosaken die langen Lanzen derselben die französischen Infanteristen fast berührten, bevor diese den Feind sahen. Eine Anpassung an die Farbe des Schnees durch Anlegen weißer Kleider hat oft in Winterkriegen zu Erfolgen geführt. Es gelang z. B. der Kaiserin Mathilde um Weihnachten 1142 die Flucht aus Oxford, nachdem sie und die sie begleitenden Ritter sich in weiße Tücher gehüllt hatten und so unbemerkt über den frisch gefallenen Schnee hinkriechend, die Linien des vom Grafen Stephan von Blois befehligten Belagerungsheeres passieren konnten.

Kein anderes meteorologisches Element aber kann in so verschiedener Weise die Kriegführung beeinflussen wie der *Wind*. Eines der bekanntesten Beispiele für die unmittelbare Wirkung des Windes ist die Vernichtung der spanischen Armada, die König Philipp II. von Spanien im Sommer 1588 unter dem Herzog Medina Sidonia aussandte, um England zu erobern. 130 Kriegsschiffe und 30 Transportschiffe führten etwa 20 000 Soldaten, 10 000 Seeleute, 2680 Kanonen und Munitionsvorräte für 6 Monate mit sich. Ein schwerer Südweststurm aber drängte die Flotte in die Nordsee und Medina Sidonia versuchte nun bei andauerndem stürmischen Wetter nördlich um Großbritannien herum nach Spanien zurückzukehren. Aber erst im September gelang es ihm, mit dem Rest seiner Flotte wieder in den Hafen von Santander einzulaufen. Er hatte im ganzen 72 große Schiffe, viele kleinere Fahrzeuge und 10 185 Mann verloren. Königin Elisabeth von England ließ zur Erinnerung an diese Errettung Englands eine Denkmünze prägen mit der Inschrift: „Afflavit Deus et dissipati sunt.“ Mittelbar wird anhaltender Wind aus der gleichen Richtung an flachen Küsten oft von Bedeutung für die Änderung der Wassertiefe, die z. B. bei der Eroberung der Landenge von Perekop, welche die Halbinsel Krim mit dem Festlande verbindet, eine wichtige Rolle spielte. Als der Feldmarschall Lacy hier 1738 die Türken bekämpfte, drängte er durch eine geschickte strategische Operation deren Truppen auf eine der zahlreichen Halbinseln, in die das Land hier durch die Eingriffe des Asowschen Meeres gegliedert ist. Er wartete dann auf einen günstigen Westwind, der das Wasser auf diesen flachen Meeresteilen öfters auf kurze Zeit nach Osten hinauszutreiben und das Meeresniveau stark zu erniedrigen pflegt. Als dieser Umstand am 7. Juli eintrat, führte er seine Truppen schnell durch den seichten Meeresarm in den Rücken der türkischen Stellung.

Für den modernen Artilleriekampf kommt auch sehr wesentlich in Betracht, daß die Richtung und die Stärke des Windes in allen von einem Geschöß durchmessenen Luftschichten den normalen Luftwiderstand, auf den die Zielvorrichtungen zugeschnitten sind, erheblich ändern und damit auch

dem Geschöß eine andere Flugbahn geben, so daß bei starkem Wind erhebliche Abweichungen der Richtung wie der Reichweite zustande kommen können.

Aber nicht nur diese alltäglichen, sondern auch andere, seltenere meteorologische Erscheinungen können im Kriege von Bedeutung werden. So liefert die Geschichte des französischen Feldzuges in Nordafrika unter General Kléber im Jahre 1798 mehrere drastische Beispiele für die Täuschung der Truppen durch *Luftspiegelungen* in der Libyschen Wüste.

Die wenigen hier gegebenen Beispiele dürften genügen, um den Nachweis zu erbringen, daß die Weltgeschichte wohl manchmal einen anderen Gang genommen haben dürfte, wenn bestimmte Elementarereignisse ausgeblieben wären. Sie zeigen jedenfalls, daß die meteorologischen Verhältnisse von den Truppenführern stets richtig gewürdigt und bei allen taktischen Maßnahmen in Betracht gezogen werden müssen. Von hervorragenden Strategen ist auch der Einfluß der Witterung niemals unterschätzt worden, und bereits 1864 hat Moltke, wie aus den Veröffentlichungen des Großen Generalstabs hervorgeht, mit lebhaftester Aufmerksamkeit die Änderungen des Wetters während des dänischen Feldzuges verfolgt.

Deutlich macht sich gelegentlich das Bestreben intelligenter Heerführer bemerkbar, den Einflüssen der Witterung mit rechtzeitig angeordneten Abwehrmaßnahmen zu begegnen, doch bleiben derartige Versuche in der Regel ohne wesentlichen Erfolg, und wir müssen uns daran gewöhnen, das Wetter als etwas Unabänderliches hinzunehmen. Dagegen ist es mitunter gelungen, die Verhältnisse der Natur künstlich nachzuahmen und auf solche Weise dem Gegner Schwierigkeiten zu bereiten. Zu diesem Kapitel der Beziehungen zwischen Meteorologie und Strategie gehören die vielfach absichtlich herbeigeführten Überschwemmungen, ferner die künstliche Verminderung der Durchsichtigkeit der Luft, durch welche die Schweden 1701 an der Dwina einen entscheidenden Erfolg errangen, sowie die Erzeugung von Glatteis an den steilen Abhängen des Balkangebirges, womit die Türken das Vordringen der Ungarn im Jahre 1443 verhindern konnten.

Die Kriegsgeschichte gibt uns aber auch noch andere Lehren, die gleichfalls Beherzigung verdienen. Die Kämpfe des Herzogs von Wellington in der spanischen Provinz Salamanca im November 1812 zeigen, wie wichtig es ist, daß nicht nur der Feldherr selbst über die Wetteraussichten richtig orientiert sei, sondern daß auch bei sämtlichen ihm unterstellten Befehlshabern eine einheitliche Auffassung über die gerade herrschende Wetterlage vorhanden sein muß. Die Niederlage der Engländer 1807 bei Buenos Aires, durch welche die englische Vorherrschaft in Südamerika vereitelt wurde, beweist andererseits, daß eine allzu ängstliche Rücksicht-

nahme auf bevorstehende Wetterumschläge ebenfalls von Übel ist. So sehen wir, daß sich die Tätigkeit des Meteorologen im Kriege außerordentlich verantwortungsvoll gestalten kann, zumal wenn die Berufsoffiziere, was wohl häufig der Fall sein dürfte, nicht in der Lage sind, sich ein selbständiges Urteil über den Grad der Zuverlässigkeit einer Wetterprognose zu bilden.

Will man also aus der Vergangenheit lernen und aus deren Lehren für das eigene Heer Vorteil ziehen, so muß die Wetterkunde in viel weiterem Umfange, als es bisher der Fall war, für die Kriegführung nutzbar gemacht werden. Denn gerade gegenwärtig wird ein intensiveres meteorologisches Studium um so unentbehrlicher, als neue Wege in der Kriegführung eingeschlagen werden.

Vor allem hat die moderne Luftschiffahrt eine so rapide Entwicklung genommen, daß sie heute manche alten und seit Jahrhunderten bewährten Regeln der Kriegskunst über den Haufen zu werfen droht. Die Beziehungen zwischen Krieg und Witterung werden auch aus dem Grunde von Tag zu Tag enger, weil das Wetter nicht nur die Land- und Seeschlachten beeinflusst, sondern weil gegenwärtig sogar der Schauplatz des Kampfes selbst sich von der Erdoberfläche loszulösen und in die Luft zu erheben beginnt. Damit aber gewinnen auch die kurzfristigen, auf Kenntnis der allgemeinen Wetterlage und dauernder Überwachung der Witterung an Ort und Stelle beruhenden Wetterprognosen eine erhöhte Bedeutung. Wie der Sturm von Balaklawa am 14. November 1854 den Anstoß zur Entwicklung der Wetterprognose überhaupt gegeben hat, so stellt der moderne Luftkrieg die meteorologische Wissenschaft vor eine ganze Reihe von neuen Spezial-Problemen.

Die Voraussicht der Windrichtungen, der Böen, der luftelektrischen Verhältnisse, der Höhe und Ausdehnung von Nebelbänken, der Temperaturschichtung, die für die Art der Fortpflanzung des Schalles von Wichtigkeit ist, und viele andere Fragen sind durch die Entwicklung des Luftkrieges von grundlegender Bedeutung geworden, so daß eine weitere Ausgestaltung des Prognosendienstes sowie eine intensivere Erforschung bestimmter Wetterlagen als wahrscheinliche Folgen des Krieges betrachtet werden können. Freilich muß dann auch der Eingang des erforderlichen meteorologischen Beobachtungsmaterials in höherem Maße sichergestellt werden, als es diesmal der Fall war.

Für die Meteorologie machte sich ja der Ausbruch des jetzigen Krieges am eindringlichsten bemerkbar in dem Ausbleiben der Wettertelegramme, nicht nur aus feindlichen, sondern auch aus neutralen Ländern, vor allem aus Spanien und Island. Die Lückenhaftigkeit der Wetterkarte aber beeinflusst natürlich die Sicherheit der Prognosen um so mehr, als gerade die Beob-

achtungen in Westeuropa von besonderem Wert für die Aufstellung der Prognosen in unserer Heimat sind.

Das Wort *Moltkes*: „Die Strategie ist die Anwendung des gesunden Menschenverstandes auf die Kriegführung“ läßt sich heute in dieser Allgemeinheit nicht mehr aufrecht erhalten. Man muß vielmehr dem gesunden Menschenverstand noch eine gehörige Summe wissenschaftlicher Durchbildung und technischer Kenntnisse zuaddieren. Daß unter diesen notwendigen Wissenschaften auch die Meteorologie eine hervorragende Rolle zu spielen berufen ist, erscheint wohl heute nicht mehr zweifelhaft.

Jedenfalls dürfen wir hoffen, daß die vielen, durch den gegenwärtigen Krieg angeschnittenen Probleme aus dem Gebiet der atmosphärischen Physik einen Aufschwung der Wetterkunde nach verschiedenen Richtungen hin zur Folge haben werden, und wir wollen wünschen, daß die Überzeugung von dem Wert der Meteorologie für die Kriegführung auch zu einem engeren Zusammenschluß und einem gedeihlichen Zusammenarbeiten der Strategen mit den Meteorologen führen möge, zum Vorteil der Wissenschaft und zum Wohle des Vaterlandes.

## Besprechungen.

**Sachs, Curt, Real-Lexikon der Musikinstrumente, zugleich ein Polyglossar für das gesamte Instrumentengebiet.** Berlin, Julius Bard, 1913. XVII, 443 S. und 200 Abbild. Preis geh. M. 30,—, geb. M. 32,—.

Dieses schöne Werk, zweifellos das Ergebnis langjähriger und mühseliger Arbeit, hat seinen Schwerpunkt weit außerhalb der Naturwissenschaften, und auch seine Ausläufer reichen nur eben noch in die hier vertretene Interessensphäre hinein. Es ist ein Buch, das zugleich der Musikwissenschaft und Musikgeschichte, der Sprachwissenschaft und der Kulturgeschichte, der Technik des Instrumentenbaus und erst zu allerletzt der Physik angehört. Trotzdem wird es nicht überflüssig sein, die Leser dieser Zeitschrift, und besonders die musikliebenden unter ihnen, auf das Buch hinzuweisen.

Wie stets in derartigen Fällen, so macht man als ferner Stehender auch hier ganz erstaunliche Entdeckungen, und zwei von ihnen seien hervorgehoben: erstens, wieviel fortwährend geschaffen werden muß, damit ein kleiner Teil davon Bestand habe — von zehn Musikinstrumenten sind immer etwa neun wieder untergegangen — und zweitens: wie alt viele angeblich moderne Ideen und Erzeugnisse sind, wie sie in Vergessenheit geraten und oft selbständig wieder gefunden worden sind. Zwei Tatsachen, deren inneren Zusammenhang miteinander man leicht begreift.

Wenn das Buch auch im wesentlichen zum Nachschlagen bestimmt ist, so gibt es doch in ihm zahlreiche etwas längere Artikel, die mit Genuß gelesen werden können. Überall ist die Frage des Ursprungs eines Instruments sorgfältig erörtert; und die notge-



drungene Kürze aller Auslassungen wird in sehr ausgiebiger Weise durch Literaturangaben ergänzt.

Was schließlich das uns nächstliegende Thema betrifft, nämlich die physikalische, insbesondere akustische Grundlage, so ist das vielleicht der relativ schwächste Teil des Buches; einmal schon der Knappheit wegen, mit der diese Fragen gestreift sind; dann aber auch, weil man hier nicht gerade alles, was der Verfasser sagt, zu unterschreiben vermag. So ist z. B. in dem Artikel „Enharmonium“ zwar der Japaner *Tanaka* genannt, nicht aber die mindestens ebenso wichtigen Europäer; auf alle Fälle hätten *Bosanquet*, *Blaserna* und *Eitz* genannt werden sollen, da ihre auf reiner Stimmung aufgebauten Instrumente für die Wissenschaft von außerordentlicher Bedeutung geworden sind. Ferner heißt es bei den Glocken, daß sie nach Form, Material und Verhältnissen rein empirisch gebaut werden, da die Wissenschaft allgemein gültige Regeln noch nicht hat aufstellen können; in dieser Allgemeinheit ist das denn doch nicht richtig, ein gut Teil der allgemeinen Grundlagen hat hier die Theorie der Praxis schon abgenommen. Übrigens hätten unter den Glocken wohl auch die Kuhglocken erwähnt werden können; sie gehören zwar nicht zu den Musikinstrumenten im engeren Sinne, bilden aber doch in ihrer zeitlichen und landwirtschaftlichen Mannigfaltigkeit schöne Beispiele von Formgebung und Variation tongebender Körper, wie sie denn auch in manchen Sammlungen von Musikinstrumenten, z. B. in der des verstorbenen *Obrist* in Weimar, eine interessante Abteilung bilden. Solcher Beispiele ließen sich noch viele geben; sie ändern aber natürlich nichts an dem Gesamtwerte des bedeutsamen Werkes, das dem allgemeinen Interesse hiermit nochmals warm empfohlen sei.

Felix Auerbach, Jena.

**Hughes, A. Ll., Die Lichtelektrizität.** Deutsch von *Max Iklé*. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1915. VI, 192 S. und 40 Fig. Preis geh. M. 5,60, geb. M. 6,40.

Das Buch ist eine wörtliche Übersetzung des im Herbst 1913 in den Druck gegebenen englischen Originals. Da dieses infolge äußerer Gründe in dieser Zeitschrift bisher noch nicht besprochen worden ist, sei hier ein ausführlicherer Bericht über den Inhalt gegeben. Dem Verfasser schwebt als Ziel der Gedanke vor, die lichtelektrischen Erscheinungen, d. h. alle Fälle, in denen die Absorption des Lichtes mit einer Emission von Elektronen verknüpft ist, dem allgemeinen Begriffe der Ionisation oder Ionenbildung einzuordnen (Kap. 1). Aus diesem Grunde stellt *Hughes* die Gase an den Anfang, in der richtigen Überlegung, daß in den Gasen insofern besonders einfache Verhältnisse zu erwarten sind, als alle vom Lichte abgespaltenen Elektronen auch wirklich ohne Absorptionsverluste zur Beobachtung gelangen, und alle Nahewirkungen der in festen und flüssigen Körpern dicht gelagerten Moleküle fortfallen. Doch muß auch *Hughes* mit dem Eingeständnis enden, daß man aus experimentellen Gründen in den Gasen tatsächlich nicht mehr als den — zuerst von *Lenard* erbrachten — Nachweis erreicht hat, daß eine Ionisation durch Licht kürzester Wellenlänge überhaupt existiert und daß wir bis heute noch keinerlei Gesetzmäßigkeiten angeben können. Daher widmet auch *Hughes* wie alle anderen Autoren den wesentlichen Teil seiner Ausführungen den Beobachtungen an festen und flüssigen Oberflächen, vorzugsweise an Metallen, die trotz der zahlreichen und allgemein anerkannten Unsicherheiten bisher die

einzigsten theoretisch verwertbaren Zahlen ergeben haben. Das 3. Kapitel beschäftigt sich mit den „Anfangsgeschwindigkeiten“, mit der die Elektronen unter dem Einfluß des Lichtes die Oberfläche des bestrahlten Körpers verlassen, und die ja erstaunlicherweise nicht von der Intensität, sondern nur von der Frequenz des Lichtes abhängig sind. In der Bewertung der einzelnen Versuche, diesen Zusammenhang experimentell und theoretisch sicherzustellen, vermag der Referent Herrn *Hughes* nicht beizupflichten, und erst eine kürzlich erschienene Arbeit des Herrn *Ramsauer* (*Annalen der Physik* 45, 961—1159, 1914) scheint ihm diejenige dem Thema angemessene experimentelle Gründlichkeit zu besitzen, die zahlreiche Arbeiten der letzten Jahre vermissen ließen. Das 4. Kapitel ist im wesentlichen dem Photoeffekt bei Anwesenheit einer Gasatmosphäre gewidmet, teils mit Hinsicht auf die Kombination der primären Elektronenabspaltung mit den Erscheinungen der Stoßionisation, die für die lichtelektrische Photometrie nach *Elster* und *Geitel* eine große Rolle spielt, teils im Sinne der neuerdings wieder von mehreren Seiten angeregten Frage nach der Bedeutung oberflächlich okkludierter Gase für das Zustandekommen der primären Elektronenemission überhaupt. Darauf folgen im 5. Kapitel die unterscheidenden Kriterien des normalen und des selektiven Photoeffekts und die Angaben über die — wohl nur auf Variationen des Kontaktpotentials zurückzuführende — Inkonstanz der langwelligen Grenze, die letzteren leider ohne ihre Nutzenanwendung auf die Beurteilung einiger im 3. Kapitel vorgetragenen Theorien. Im 6. Kapitel finden sich die angeblich an dünnen Metallflächen auftretenden Dissymmetrien der Elektronenemission, und im 7. und 8. Kapitel die Erscheinungen an Nichtmetallen, bei denen die interessantesten, die Phosphore betreffenden, Untersuchungen etwas zu kurz kommen. Den von *Dember* entdeckten und seither leider nie weiter untersuchten lichtelektrischen Kanalstrahlen ist das 9. Kapitel gewidmet, und den Schluß bildet ein kurzer technischer Überblick über die für lichtelektrische Untersuchungen am meisten geeigneten Lichtquellen.

Die Darstellung ist zum Teil recht lesenswert und das Buch zu empfehlen, doch wird man in der Praxis den fast völligen Mangel an numerischen Angaben empfinden.

Als ein Fehler der deutschen Ausgabe muß die bei den Fachausdrücken zutage tretende Willkür des Übersetzers gelten. Es heißt z. B. im Deutschen „Anfangsgeschwindigkeiten“, nicht, wie durchweg im Text, „Emissionsgeschwindigkeiten“, es besteht keinerlei Grund, diesen von *Lenard*, ihrem Entdecker, eingeführten und seither allgemein angenommenen Ausdruck zu verlassen. Auch „Kalkkathode“ statt „Wehnelt-scher Glühkathode“ ist zum mindesten überflüssig. Statt „Korpuskel“ hat man sich doch nun in Deutschland endlich auf das Wort „Elektron“ geeinigt. Auch „Fußkerze“ ist kein bei uns üblicher Ausdruck, ganz abgesehen davon, daß man überhaupt zum mindesten deutsche Bücher von nicht-metrischen Maßen frei halten sollte.

Aber selbst abgesehen von diesen Äußerlichkeiten hat der Referent wie bei allen nur wörtlichen Übersetzungen ohne alle Ergänzungen den Eindruck, daß der Wert von Übertragungen fremdsprachlicher Lehrbücher ganz allgemein erheblich gesteigert werden könnte, wenn die Übersetzung in die Hände eines in

der betreffenden deutschen Spezialliteratur bewanderten Herrn gelegt würde; ein solcher kann in Übereinkunft mit dem Autor in Zusätzen und Anmerkungen den Inhalt oft wesentlich vervollständigen, inzwischen bekannt gewordene Fehler des Originals beseitigen und die seit der Drucklegung des Originals veröffentlichten Fortschritte berücksichtigen. Auf diese Weise ließen sich manche Irrtümer und manche Mißverständnisse ausgleichen, die nur allzu oft jahrelang oder für immer in den Fachliteraturen zweier verschiedener Sprachen fortbestehen und durch unbedachtames Übersetzen verschleppt werden. *R. Pohl, Berlin.*

**Jaenichen, Willy, Lichtmessungen mit Selen.** Berlin-Nikolassee, Administration der Zeitschrift für Feinmechanik, 1914. 76 S. Preis M. 3,—.

Obwohl seit der Entdeckung der Lichtempfindlichkeit des Selen durch die englischen Kabelingenieure *May* und *Smith* schon über 40 Jahre verstrichen sind, haben die überaus zahlreichen Bemühungen um die Konstruktion eines Selenphotometers bis zum heutigen Tage nicht zu wirklich befriedigenden Ergebnissen geführt, und man wird bei jedem einzelnen Versuch in dieser Richtung in der Überzeugung bestärkt, daß daran im wesentlichen die immer noch fehlende genauere physikalische Erkenntnis der komplizierten elektrischen Leitfähigkeitsvorgänge im Selen die Schuld trägt. Die Arbeit *Jaenichens* stellt eine Reihe von Versuchen, Patenten und Vorschlägen, die die Anwendung der Selenzellen für absolute und für relative Messungen betreffen, nach recht äußerlichen Gesichtspunkten zusammen und beschreibt ausführlich eine Reihe eigener technischer Messungen des Verfassers.

*R. Pohl, Berlin.*

**Valentiner, Siegfried, Die Grundlagen der Quantentheorie in elementarer Darstellung.** Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1914. VII, 67 S. und 8 Abbildungen. Preis M. 2,60.

**Valentiner, Siegfried, Anwendungen der Quantentheorie in der kinetischen Theorie der festen Körper und der Gase.** Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1914. V, 72 S. und 4 Abbildungen. Preis M. 2,60.

Mit den vorliegenden beiden Heften will der Verfasser einem größeren Kreise des naturwissenschaftlich interessierten Laienpublikums eine Einführung in die Lehren der Quantentheorie und ihre Anwendungen bieten. Der Gebrauch mathematischer Hilfsmittel ist daher auf ein Minimum beschränkt, und die einschlägigen Formeln werden meistens ohne rechnerische Ableitung angeführt.

So freudig auch derartige Einführungen zu begrüßen sind, so schwer erscheint mir doch das Innehalten der rechten Grenzlinie zwischen streng-mathematischer Beweisführung einerseits und möglichst mathematik-freier und doch überzeugender Begründung andererseits. Es ist dies eine altbekannte Schwierigkeit, mit der alle populären Darstellungen zu kämpfen haben, und die mir auch in dem vorliegenden Werkchen nicht überall überwunden zu sein scheint. Dem Leser muß m. E. häufig ein Gefühl der Unbefriedigung zurückbleiben, das wohl, bei der behandelten Materie, nur durch rechnerische Durchführung der betr. Probleme zu beheben ist. Wem daher die kleine Schrift zur Veranlassung dient, sich in die Originalarbeiten zu vertiefen, dem wird sie reiche Anregung bieten.

Die Lehre von den Quanten steckt noch in den Kin-

derschuhen, und die Ideen, die sie beherrschen, sind noch so stark im Flusse, daß das Gebiet sich fast täglich erweitert, und häufig Bestehendes gestürzt wird. Daher kann vorläufig ein zu irgend einer Zeit abgeschlossener Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen. Aber trotzdem hat sich schon ein reichlicher Bodensatz der Quantentheorie gebildet, der als sicheres Fundament der neuen Lehre dienen kann.

Die Darstellung nimmt nach einer historischen Übersicht ihren Ausgang von der Begründung der Quantenlehre durch *Plancks* Strahlungstheorie. Hier wird die zweite Plancksche Hypothese zugrunde gelegt, die eine quantenhafte Emission und stetige Absorption der Strahlung durch die molekularen Oszillatoren fordert. Der Energieausgleich zwischen Oszillatoren verschiedener Schwingungszahl erfolgt durch die bei jeder Emission ausgeschleuderten freien Elektronen. Auch der Sommerfeldschen Formulierung der Quantenhypothese und ihren Anwendungen auf die Theorie der Röntgenstrahlen und des lichtelektrischen Effekts ist ein kleines Kapitel gewidmet.

Dann folgen im zweiten Hefte die Untersuchungen von *Einstein*, *Nernst-Lindemann*, *Debye*, *Born-Karman*, *Thirring* über die Atomwärmen fester Körper und die Debyeschen Arbeiten über die Zustandsgleichung des festen Zustandes.

Den Schluß bilden die Anwendungen der Quantenlehre auf die kinetische Gastheorie.

*F. Reiche, Berlin.*

**Fermentforschung.** Herausgegeben und redigiert von *E. Abderhalden*. 1. Heft. Leipzig, S. Hirzel, 1914. 87 S., mit Figuren und 1 Tafel. Preis M. 2,—.

Die neue Zeitschrift, die in einer so stürmischen Zeit ins Leben gerufen wurde, hat zunächst zur Aufgabe, ein Sammelplatz aller die Fermente berührenden Arbeiten zu sein. Das Gebiet ist riesengroß. Wohl die wichtigsten Teile der biologischen Forschung überhaupt fallen unter die Rubrik der Fermente; das ganze Rüstzeug der reinen und physikalischen Chemie, wie auch das der Biologie muß zur Erforschung der zahlreichen hierher gehörigen Probleme ins Treffen geführt werden. Daß einer der Ausdehnung des Gebietes entsprechenden Zersplitterung der Publikation ein Organ Einhalt zu tun gedenkt, erscheint berechtigt. Die Hauptaufgabe der neuen Zeitschrift liegt aber in der Pflege des von dem Herausgeber erschlossenen Forschungsgebietes der körperfremden bzw. Abwehrfermente. Hier ist eine straffere Organisation der zahlreichen Publikationen noch mehr erwünscht, denn erst so können die vielen Einzelerfahrungen der Gesamtheit dieser noch im Ausbau begriffenen Forschungsrichtung zugute kommen. Die mannigfaltigsten Probleme der Physiologie, Pathologie, Therapie, die von diesem neu gewonnenen Standpunkt aus sonst in einer großen Zahl von Zeitschriften veröffentlicht werden, sollen hier eine einheitliche Publikationsstätte finden. Der Name des Herausgebers bürgt dafür, daß wir in dem neuen Organ eine wahre Bereicherung unserer wissenschaftlichen Literatur begrüßen können. Das vorliegende erste Heft bringt namentlich in methodischer Hinsicht interessante Beiträge von *Pregl*, *Abderhalden*, *Strauß*, *Wildermuth* u. a. Wir werden gelegentlich auf die allgemein wichtigeren Arbeiten ausführlich zurückkommen. Die gediegene Ausstattung der Zeitschrift muß noch lobend erwähnt werden.

*P. Rona, Berlin.*

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

U. S. Department of Agriculture  
RECEIVED NOV 6 1915

Heft 20.

14. Mai 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Atemwege der höheren Pflanzen. Von Prof.  
*Dr. F. W. Neger, Tharandt.* (Schluß.) S. 249

### Besprechungen:

*Tafel, A.*, Meine Tibetreise. S. 253.

*Gröber, Paul*, Der südliche Tiën-schan. S. 254.

*Oppermann, Edm.*, Die europäischen Kriegsschauplätze 1914. S. 255.

*Crossland, Cyril*, Desert and Water Gardens of the Red Sea. S. 255.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. S. 256.

Kleine Mitteilungen. S. 257.

### Zeitschriftenschau:

Annalen der Physik. S. 259.

Meteorologische Zeitschrift. S. 260.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 260.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

## Trauma und Psychose

mit besonderer Berücksichtigung  
der Unfallbegutachtung

Von

**Professor Dr. Hans Berger**

Oberarzt der psychiatrischen Universitätsklinik zu Jena

Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 6.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

## Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

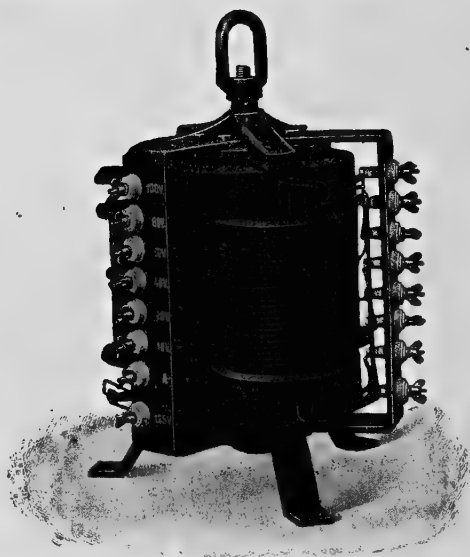
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

# Siemens & Halske A.-G.

## Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Experimentiertransformator zum Anschluß an Drehstrom und zur sekundären Entnahme von 100, 80, 60, 40, 30, 20 und 10 Volt Dreh- bzw. Wechselstrom

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschienen:

## Einführung in die Mikroskopie

Von

**Professor Dr. P. Mayer**

in Jena

Mit 28 Textfiguren. — In Leinwand gebunden Preis M. 4,80

### Inhaltsverzeichnis:

#### Einleitung.

1. Handhabung des Mikroskopes.
2. Anfertigung und Beobachtung einiger einfacher Präparate.
3. Anfertigung schwierigerer Präparate.
4. Fertigmachen der mikroskopischen Präparate.
5. Fixieren und Härten der Objekte.
6. Schneiden der Objekte und Weiterbehandlung der Schnitte.
7. Färben der Objekte.

8. Schleifen, Entkalken, Bleichen und Mazerieren der Objekte.
9. Beobachtung lebender Wesen mit dem Mikroskope.
10. Zeichnen und Messen der Objekte.
11. Alphabetisches Verzeichnis der Farbstoffe und anderen Reagenzien, sowie der Geräte für die praktischen Übungen.
12. Verzeichnis des Materiales an Tieren, Pflanzen und anorganischen Gebilden zu den Übungen.

Register.

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

14. Mai 1915.

Heft 20.

## Die Atemwege der höheren Pflanzen.

Von Prof. Dr. F. W. Neger, Tharandt.

(Schluß.)

### II. Die Schließ- und Öffnungsbewegungen der Stomata.

Diejenigen Faktoren, welche auf den Öffnungs- und Schließvorgang der Spaltöffnungen den größten Einfluß haben, sind Feuchtigkeit und Licht.

Daß Dunkelheit — nächtliche oder künstliche — eine Verengung des Spaltes oder vollkommenen Schluß der Stomata herbeiführt, ist schon von *Leitgeb*<sup>1)</sup> auf Grund sorgfältiger mikroskopischer Untersuchung nachgewiesen worden.

Allerdings fehlt es, wie *E. Stein* (l. c.) neuerdings nachwies, nicht an Pflanzen, deren Spaltöffnungsschluß in der Nacht so unvollkommen ist, daß leicht infiltrierende Flüssigkeiten, wie Petroläther, eindringen. „Prüft man zum Beispiel abends bei Dunkelheit krautige Pflanzen, besonders Wiesenpflanzen, mit Petroläther, so findet man, daß die Zahl derjenigen mit geschlossenen Spaltöffnungen hinter der zurücksteht, bei welcher noch eine Gewebeeinfiltration erfolgt. Eine Verengung der Spalten findet dagegen fast allgemein statt, nur ist sie in einzelnen Fällen mittels der Infiltrationsmethode nicht nachweisbar.“

Pflanzen, deren Spaltöffnungen sich am Abend vollkommen schließen, sind z. B. *Epheu*, *Iris germanica*, *Mahonia aquifolium*, *Crataegus pyracantha*, *Zea Mays*, *Bunias orientalis*, während kein Spaltenschluß nachzuweisen war bei *Anemone silvestris*, *Galium boreale*, *Populus nigra*, *Salix pentandra*, *Salix alba*, *Petasites albus*, *Bellis perennis*, *Geranium pratense* und viele andere.

Wir wissen zurzeit keine Erklärung dafür zu geben, warum die genannten Pflanzen auf den üblichen nächtlichen Spaltöffnungsschluß verzichten, und wodurch sie die damit verbundene Gefahr der übermäßigen Wasserabgabe abwenden. Allzu groß dürfte dieselbe ja überdies in der Nachtzeit nicht sein.

Beträchtlich ist die Anzahl der Schlafbewegungen ausführenden Pflanzen, deren Spaltöffnungsapparat sich als dauernd geöffnet erweist. *E. Stein* konnte in dieser Beziehung die von *Stahl* früher mittels der Kobaltpapierprobe angestellten Beobachtungen bestätigen.

Von 35 Leguminosen mit deutlicher Schlafstellung schlossen nur 5 des Nachts ihre Stomata, bei den übrigen blieben sie mehr oder weniger weit

offen. Umgekehrt zeigten von 27 nicht nyktinastischen Leguminosen 11 den deutlichen Spaltöffnungsschluß bei Eintritt der Dunkelheit. In Prozent ausgedrückt: bei nyktinastischen Leguminosen schließen den Spalt 14 %, bei nicht nyktinastischen 41 %.

Allem Anschein nach bietet die Fähigkeit Schlafbewegungen auszuführen einen Ersatz für den Verlust der Beweglichkeit der Stomata<sup>1)</sup>.

Daß die Stomata ihre Bewegungsfähigkeit einbüßen und dabei dauernd geschlossen bleiben, ist — wie oben erwähnt — von Frau *Schwabach* für die Koniferen behauptet worden. Daß diese Beobachtung nicht richtig ist, konnte mittels der Evakuations-Infiltrationsprobe nachgewiesen werden. Recht anschaulich zeigt sich ferner die Beweglichkeit des Spaltöffnungsapparats der Nadelhölzer bei folgendem Versuch:

Werden an einer gut bewurzelten und reichlich bewässerten Fichte einige Zweige geknickt, die Pflanze dann einige Zeit verdünnter  $\text{SO}_2$  ausgesetzt, so beobachtet man nach einiger Zeit eine auffallende Erscheinung. Die geknickten Zweige sind grün geblieben, während die nicht geknickten die für Raucherkrankung charakteristische fahlgelbgrüne Färbung angenommen haben. Im weiteren Verlauf des Versuches fallen die verfärbten Nadeln ab, während die grüngerbliebenen noch haften bleiben (Fig. 3). Die ganze Erscheinung ist nur verständlich auf Grund des verschiedenen Verhaltens der Spaltöffnungen: an den geknickten Zweigen hatten sich die letzteren — infolge von Wassernot — geschlossen und der  $\text{SO}_2$  den Eintritt verwehrt, die nicht geknickten Zweige dagegen, deren Stomata offen waren, ließen das Gift eintreten und gingen daran zugrunde. Der Versuch läßt sich auch mit Laubholzsprossen ausführen. Insofern kann also  $\text{SO}_2$  in einer gewissen nicht zu hohen Konzentration als Mittel zum Nachweis des Öffnungszustandes der Stomata angewendet werden.

Man könnte sich wohl vorstellen, daß die Spaltöffnungen, soweit sie beweglich sind, durch gasförmige Gifte, z. B.  $\text{SO}_2$ , eine Art Lähmung er-

<sup>1)</sup> Beiträge zur Physiol. der Spaltöffnungen (Mitt. d. bot. Inst. Graz I, 1886).

<sup>1)</sup> Die ökologische Bedeutung dieser Beziehung ist freilich schwer zu erkennen, weil wir nicht wissen, was das Primäre ist (Schlafbewegung oder Verlust der Stomatabeweglichkeit?). Wir können uns zwar recht wohl vorstellen, daß durch das Aneinanderlegen der Blättchen bei der Schlafstellung die Transpiration so weit herabgesetzt ist, daß damit der Schluß der Stomata sich als überflüssig erweist. Nur ist nicht recht einzusehen, warum gerade während der Nachtzeit, in der die Wasserabgabe entsprechend der niedrigeren Temperatur ohnehin geringer ist, diese Art von Transpirationsschutz in Tätigkeit tritt.



fahren oder daß sie sich schnell schließen<sup>1)</sup> und das weitere Eindringen des Giftes verhindern. Um diese Frage zu entscheiden, wurden noch verschiedene weitere Versuche mit  $\text{SO}_2$  angestellt.

Junge Pflanzen von *Evonymus japonica* wurden unter Glasglocken so lange einer aus wässriger Lösung abdunstenden schwefligen Säure ausgesetzt, bis sich eine schwache Fahlfärbung einstellte. Dann wurden ein- und zweijährige Blätter der geräucherten Pflanze und zum Vergleich gleichaltrige Blätter einer gesunden Pflanze mittels der Evakuations - Infiltrationsprobe auf den Spalt-

Wenn von Lähmung<sup>1)</sup> des Spaltöffnungsapparats die Rede ist, so muß noch einer anderen Pflanzengruppe gedacht werden, für welche dieser Zustand angenommen wird; es sind gewisse Halophyten.

Bekanntlich zeigen die Halophyten, d. h. die Bewohner salzhaltigen Bodens, eine auffallende habituelle Übereinstimmung mit gewissen Xerophyten, die sich namentlich in der Ausbil-

<sup>1)</sup> Künstlich kann Lähmung der Schließzellen, wie Berger (The Modifiability of transpiration in young



Fig. 3. Geknickter Fichtenzweig (Erklärung im Text).

öffnungszustand untersucht. Die Infiltration erfolgte an den kranken Blättern leichter als an den gesunden, was beweist, daß der Spaltöffnungsapparat der ersteren nicht nur nicht geschlossen, sondern eher weiter geöffnet ist als an letzteren.

Demnach scheint die Pflanze nicht imstande zu sein, sich gegen gasförmige Gifte durch Schluß ihrer Stomata wirksam zu schützen, und damit erklärt sich der große Schaden, den Rauchgase an der Vegetation häufig anrichten.

Daß die Spaltöffnungen die Haupteintrittspforte für giftige Gase sind, sowohl bei Laub- wie bei Nadelhölzern, kann jetzt als vollkommen sicher festgestellt gelten.

<sup>1)</sup> Daß dies nicht der Fall ist, geht eigentlich schon aus dem oben beschriebenen und abgebildeten Versuch hervor.

seedlings — Bot. Gazette 1909) gezeigt hat, durch einseitige Gewöhnung erreicht werden. Keimlinge, in feuchter Luft erzogen und in trockene Luft übertragen, welken nicht nur infolge der Zartheit der Cuticula, sondern auch, weil sich die Stomata nicht schließen, während die in trockener Luft erzogenen auf Feuchtigkeitsunterschiede prompt reagieren. Die Störung des Schließzellenmechanismus kann aber leicht behoben werden: Man läßt die Keimlinge in trockener Luft welken und bringt sie dann wieder in feuchte Atmosphäre. Wenn jetzt wieder die feuchte durch trockene Luft ersetzt wird, so bleibt das Welken aus, die Stomata reagieren auf den Wechsel und schließen sich. Es hat also der dauernde Aufenthalt in mit Feuchtigkeit gesättigter Luft einen teilweisen Verlust der Beweglichkeit der Schließzellen im Gefolge. Damit dürfte zusammenhängen, daß, wie Engler ausgeführt hat, Buchenkeimlinge, die als Schattenpflanzen erzogen sind, sehr leiden, wenn sie bei der Verpflanzung als Lichtpflanzen behandelt werden (Schweiz. Zeitschr. f. d. forstl. Versuchswesen 1911).

dung fleischiger, mit Wassergewebe versehener Blätter äußert.

Ohne auf die verschiedenen Hypothesen einzugehen, welche zur Erklärung dieses Phänomens beitragen sollen, möchte ich nur die von *Stahl* gemachten Beobachtungen erwähnen, nach welchen Kochsalzaufnahme bei Nighthalophyten ein Schließen der Stomata zur Folge hat. Die Spaltöffnungsnebenzellen beladen sich mit NaCl, so daß die Schließzellen ihnen nicht mehr genügend Wasser entziehen können und daher geschlossen bleiben.

Anders verhalten sich (nach *Stahl*) die Halophyten. Mittels der Kobaltpapierprobe wurde nachgewiesen, daß ein Spaltöffnungsverschluß hier überhaupt nicht erfolgt. *Stahl* stellt sich vor, daß die Halophyten jenen Zwangszustand des dauernden Spaltöffnungsschlusses unter dem Einfluß des Kochsalzgehaltes der Nebenzellen überwunden hätten und stark turgeszieren, indem die Schließzellen selbst beträchtliche Mengen von Kochsalz enthalten. Dabei hätten die Schließzellen die Fähigkeit, sich nach Bedürfnis zu öffnen und zu schließen, verloren, und dies hätte zur Folge, daß die Pflanzen nun sich auf andere Weise gegen ein Übermaß von Wasserabgabe zu schützen, gewisse Struktureigentümlichkeiten der Xerophyten angenommen hätten.

Die Stahlsche Halophytenhypothese hat eine zum Teil absprechende Kritik erfahren von *Rosenberg* und *Delf*. Alle diesbezüglichen Untersuchungen krankten aber an dem Mangel, daß der Öffnungszustand der Stomata mit ungeeigneten, keine sicheren Resultate gebenden Methoden geprüft wurde (z. B. Kobaltpapierprobe). Hier hätten neue Untersuchungen auf breiterer Basis und mit besseren Methoden einzusetzen.

Die von *E. Stein* mittels des Infiltrationsverfahrens angestellten Versuche reichen nicht aus, um die Frage eindeutig zu entscheiden. Sie hat die Stomata abends teils stark, teils wenig, teils gar nicht verengt gefunden. Demnach bestünde in dieser Hinsicht kein durchgreifender Unterschied zwischen Halophyten und gewöhnlichen Pflanzen.

Daß die Wasserversorgung von größter Bedeutung ist für den Öffnungszustand der Stomata, darf als zweifellos feststehend vorausgesetzt werden. Beruht doch nach den grundlegenden Beobachtungen von *Schwendener* die Schließbewegung auf Turgorschwankungen der Schließzellen.

Allem Anschein nach genügt aber schon ein geringer Unterschied der Luftfeuchtigkeit, um den Anstoß zur Schließbewegung zu geben. Wir müssen dann annehmen, daß weniger der Gehalt der Luft an Wasser als solcher, als vielmehr der Reiz des Wechsels des Mediums die Schließbewegung auslöst.

So kann man beobachten, daß beim Transport einer Pflanze aus einem Raum in einen anderen sofort ein teilweiser oder vollkommener Schluß der Stomata einsetzt. Dies ist bei experimen-

tellen Untersuchungen, über Transpiration (z. B. beim Transport einer Pflanze aus dem Versuchsaum zur Wage) wohl zu beobachten.

Es liegt die Frage nahe zu entscheiden, ob außer Licht und Feuchtigkeit noch andere Faktoren den Bewegungsgang der Spaltöffnungen beeinflussen sowie ob dieser Vorgang auch bei konstanten äußeren Bedingungen gewissen Schwankungen unterliegt.

Mittels der Porometermethode fand *E. Stein* eine gewisse jahreszeitliche Abhängigkeit der Spaltöffnungsbewegungen, indem nämlich die Maxima und Minima der Öffnung im Frühjahr weiter auseinanderliegen als im Winter.

Man wird also nicht fehlgehen mit der Annahme, daß sich die Winterruhe bis zu einem gewissen Grad auch auf die Spaltöffnungsbewegungen erstreckt; sowohl der Öffnungs- als auch der Schließvorgang ist während der Ruheperiode etwas träger als während der Vegetationszeit.

Neben dieser jahreszeitlichen Periode scheint noch ein Rhythmus zu bestehen, der durch die Tageszeit — auch unabhängig von Belichtung — bestimmt wird, wie aus folgenden Versuchen hervorgeht:

Blätter von *Amicia Zygomeris*, *Begonia gogonensis*, *B. involucrata* und *Ficus elastica* wurden mit der Porometerglocke verbunden, dann nach einiger Zeit in lichtundurchlässiges Staniol eingehüllt und (bei möglichst gleichbleibender Temperatur) in Abständen von 2—4 Stunden beobachtet. Trotz der Verdunkelung, wodurch also der Lichtfaktor ausgeschaltet war, ergab sich in den Morgenstunden (zwischen 8 und 9 Uhr) eine schwache Öffnungsbewegung der Stomata, was an einem schnelleren Sinken der Wassersäule zu erkennen war. Allerdings erlischt dieses Nachklingen des durch Beleuchtungsunterschiede hervorgerufenen Rhythmus sehr bald und bei dauerndem (vollkommenem) Lichtentzug stellt sich ein stabiler Öffnungszustand der Stomata ein (konstante Temperatur vorausgesetzt<sup>1</sup>).

Bei mäßiger Beschattung dagegen öffnen sich die Stomata mit jedem Tag weniger weit und beginnen auch zu früherer Stunde ihre Schließbewegungen (z. B. bei *Ficus elastica*).

Wie alle Lebensvorgänge so wird natürlich auch der Spaltöffnungsschluß durch Temperaturschwankungen sehr beeinflußt, und zwar in dem Sinn, daß mit fallender Temperatur die Tendenz zum Spaltöffnungsschluß besteht. Konstanz der Luftfeuchtigkeit, Wasserversorgung und Belichtung vorausgesetzt, verläuft dann die Kurve, welche den Schließzustand der Spaltöffnungen darstellt, annähernd parallel mit der umgekehrten Temperaturkurve (Fig. 4).

<sup>1</sup>) Gegen die Verdunkelung durch Umbüllung mit Staniol könnte ein Bedenken geltend gemacht werden. Durch dieselbe wird das Versuchsblatt gewissermaßen in eine mit Feuchtigkeit gesättigte Atmosphäre gehüllt, was eine Öffnung der Stomata auch des nicht umhüllten Teiles zur Folge haben könnte.

In einen inneren Widerstreit gerät eine Pflanze, wenn lebhaft Assimilation einen energischen Gasaustausch fordert, während gleichzeitig infolge der Standortbedingungen (Trockenheit der Luft und des Bodens) die Gefahr übermäßigen Wasserverlustes droht. Im Interesse der Assimilation müssen sich die Stomata weit öffnen, mit Rücksicht auf die Wasserökonomie wäre möglichst enger Schluß vorzuziehen. — Auch die Anzahl der Spaltöffnungen auf der Flächeneinheit spielt bei diesen Lebensvorgängen eine wichtige Rolle. Denn nach einem von *Brown* und *Escombe* aufgestellten Gesetz ist die Menge des in der Zeiteinheit diffundierenden Gases nicht von der Fläche des Öffnungsquerschnittes, sondern von seinem linearen Durchmesser abhängig; demgemäß erfolgt durch viele kleine Öffnungen die Diffusion der Gase viel rascher als durch eine oder wenige große.

Eine beschränkte Anzahl von Spaltöffnungen gewährt daher den Vorteil mäßiger Wasserabgabe, wobei aber der Nachteil herabgesetzter Assimilation in Kauf genommen werden muß.

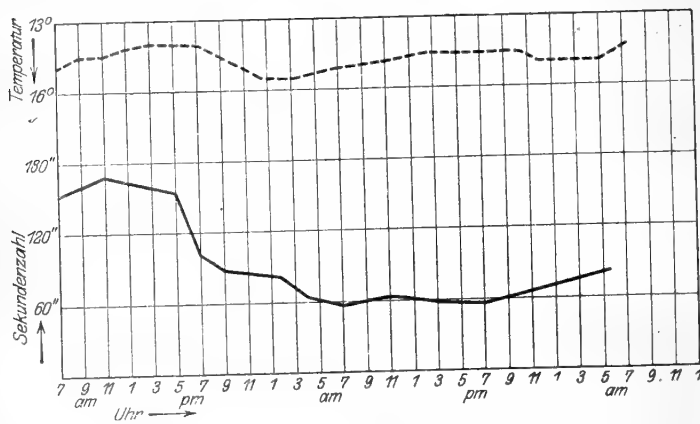


Fig. 4. Die untere Kurve stellt den Öffnungszustand der Spaltöffnungen dar; je weiter sich letztere öffnen, um so schneller sinkt die Wassersäule des Porometers, um so tiefer sinkt die Kurve. Die obere Kurve gibt die Temperatur an (Zählung auf der Ordinate von oben!) (nach E. Stein).

Es hat den Anschein, als ob bald der eine, bald der andere Faktor mächtiger und dementsprechend die Anzahl der Stomata kleiner oder größer sei.

Pflanzen, die gewohnheitsmäßig nasse Standorte bewohnen, können sich den Luxus zahlreicher Stomata auf der Flächeneinheit leisten, während xerophile Verwandte sich mit weit weniger Spaltöffnungen zufrieden geben müssen, wie aus folgender Gegenüberstellung hervorgeht:

<i>Populus alba</i> (bewohnt Aueboden) . . .	315
<i>Populus nigra</i> (auch auf trockenem Boden) .	135
<i>Veronica beccabunga</i> (Wasserpflanze) . . .	248
<i>Veronica chamaedrys</i> (fast xerophil) . . .	175

Nach Trockenheit liebenden *Carex*-arten haben (nach Zinzeler) ca. 50—70, die an feuchten schattigen Stellen wachsenden 60—160, und die Wassergräben bewohnenden 250—370 Spaltöffnungen pro Quadratmillimeter.

Hier scheint also der Faktor der Wasserversorgung maßgebend zu sein für die Intensität der Durchlüftung.

Auffallend ist die Zunahme der Anzahl der Spaltöffnungen mit steigender Meereshöhe bei

Alpenpflanzen, trotz der in höheren Lagen sich mehrenden Gefahr übermäßiger Verdunstung.

*Schröter* (Alpenpflanzen 1908) erklärt diesen Widerspruch wie folgt: Die Blätter typischer Alpenpflanzen besitzen einen viel lockeren Bau als ihre nächsten Verwandten im Niederland; sie sind dadurch in den Stand gesetzt, das außerordentlich intensive Alpenlicht besser auszunutzen. Dies ist aber — nach dem *Brown* und *Escombeschen* Gesetz — nur möglich bei entsprechender Vermehrung der Stomata.

Hier dürfte also der Faktor der Assimilation von größerem Einfluß sein als der der Transpiration.

In weitaus den meisten anderen Fällen wird beiden Forderungen in gleichem Maß Rechnung getragen, indem einerseits durch Ausbildung zahlreicher Spaltöffnungen der Gasaustausch ( $\text{CO}_2$  und O) voll aufrecht erhalten, die Abgabe von Wasserdampf aber, wo es nötig ist, nach Kräften eingeschränkt wird. Diesem letzteren Zweck dienen die zahlreichen bekannt gewordenen

Trockenschutzeinrichtungen, wie Schutz der Spaltöffnungen durch Haarfilz, durch vertiefte Lage oder Einrollung der Stomata tragenden Blattspreite, Bildung eines Wassergewebes u. a. Auf all diese besonderen Anpassungen der Pflanzen, deren Zweck ist, die Wasserdampfabgabe bei geöffneten Luftspalten auf ein Minimum einzuschränken, kann hier nicht näher eingegangen werden, da sie in zu lockerem Zusammenhang mit der uns beschäftigenden Frage stehen. Auch dürfen viele dieser Spezialanpassungen als bekannt gelten.

Ergänzend sei bemerkt, daß in dieser Studie die biologische Gruppe der Wasserpflanzen nicht berücksichtigt wurde, deren Gasaustausch sich nach anderen Gesetzen — Osmose der im Wasser gelösten Gase durch eine poröse Wand — abspielt, welche deshalb auch, soweit sie untergetaucht sind, der Spaltöffnungen entbehren.

Dagegen sei noch kurz darauf hingewiesen, daß die im sauerstoffarmen Sumpfboden wurzelnden Pflanzen Organe besitzen, welche man geradezu mit den Lungen höherer Tiere vergleichen könnte, — sie werden deshalb auch Pneumatophoren ge-

nannt. Der Vergleich ist um so zutreffender, als diese aus dem Schlamm herausragenden Atemwurzeln ausschließlich der Sauerstoffversorgung des Wurzelsystems dienen und mit dem die Assi-

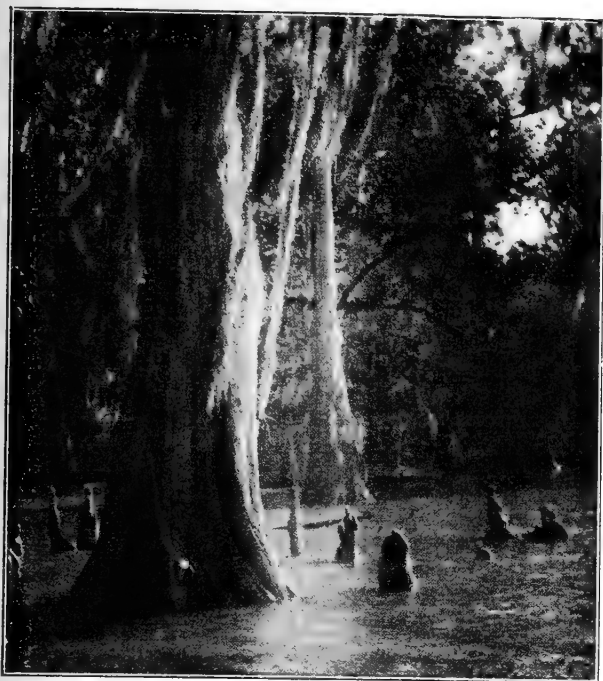


Fig. 5. *Taxodium distichum* (Florida) mit Atemwurzeln. Phot. Prof. Dr. Jentsch.

milation ermöglichenden Gasaustausch gar nichts zu tun haben. Das bekannteste Beispiel für solche Atemwurzeln ist die virginische Sumpfcypresse (*Taxodium distichum*), welche im subtropischen Nordamerika waldbildend vorkommt (Fig. 5).

## Besprechungen.

**Tafel, A., Meine Tibetreise.** 2 Bde. 8°. Bd. I: XI, 352 S., 20 Textabbild., 79 Tafeln, 1 farbiges Titelbild. Bd. II: III, 346 S., 16 Textabbild., 75 Tafeln, 1 Titelbild und 1 Karte in 1:3 Millionen. Berlin-Stuttgart-Leipzig, Union, Deutsche Verlagsgesellschaft, 1914. Preis eleg. geb. M. 24,—.

Das vorliegende Werk bietet eine Auswahl von Tagebuchblättern einer 1905—1908 vom Verfasser durch das nordwestliche China, durch die innere Mongolei und das östliche Tibet ausgeführten, ungewöhnlich kühnen und gefahrvollen, aber auch höchst erfolgreichen Forschungsreise. Der Leser wird den „guten Freunden und Verwandten“, von denen das Vorwort als von den Veranlassern der Veröffentlichung dieser ursprünglich nicht für den Druck gedachten Niederschriften spricht, Dank wissen. Können sich doch diese Reiseerinnerungen nach Form und Reichtum des Inhaltes getrost neben den „Tagebüchern aus China“ *Ferd. v. Richthofens*<sup>1)</sup> sehen lassen. Auch wird man trotz der seit *Tafels* Reisen durch Schaffung einer chinesischen Republik eingetretenen grundlegenden politischen Veränderungen im

Reich der Mitte annehmen dürfen, daß die vom Reisenden geschilderten eigenartigen Verhältnisse des Inneren dieses rätselvollen Reiches dadurch kaum berührt wurden und auch heute noch in völlig gleicher Weise zu Recht bestehen. In diese merkwürdigen Verhältnisse an der Hand eines so kundigen Führers einen Blick zu tun, wird für manchen angesichts der gerade in diesem Augenblick erneut im Osten Asiens drohenden Verwicklungen von ganz besonderem Interesse sein.

*Albert Tafel* ist seines Zeichens ursprünglich Arzt. Ähnlich wie derzeit *S. Passarge* hatte ihn das lebhafteste Interesse an Geologie und Geographie in den Kreis des Berliner geographischen Kolloquiums *Ferd. v. Richthofens* geführt. Auf Reisen in Albanien, Persien und Kreta hatte er seinen Blick für geographische Beobachtungen geschärft, so daß *Ferd. v. Richthofen* ihn bald als für große Forschungsunternehmungen besonders geeignet erkannte. „Tatendrang, Energie in der Unternehmung, Umsicht in der Ausführung, praktischer Sinn, Lebendigkeit des wissenschaftlichen Interesses, offenes Auge für die Beobachtung vereinigen sich bei ihm in seltenem Maße“, so lautete *Ferd. v. Richthofens* Urteil über *Tafel*<sup>1)</sup>. So kam es, daß *v. Richthofen* 1903 *Tafel* als ärztlichen Begleiter und Geologen für die damals von ihm mit besonderem Interesse geförderte *W. Filchner'sche Tibet-Expedition* (1903/04) in Vorschlag brachte.

Dieser *Filchner'schen Expedition*<sup>2)</sup> hat *Tafel* dann auch angehört und ihr große Dienste geleistet. Er hat dabei die Reiseerfahrungen gesammelt, welche er für die neue aus eigenen Mitteln, allein und fast gegen den Willen der deutschen Gesandtschaft in Peking ausgeführte Reise (1905—1908) so trefflich verwenden konnte.

Der Verlauf dieser Reise, wie ihn die vorliegenden beiden Tagebuchbände schildern, war der folgende: Im Januar 1905 verließ *Tafel* Schanghai und gelangte auf dem Yang-tse-kiang und Han-kiang bis zur Stadt *Kün-tschou*, in deren Nähe der berühmte chinesische Wallfahrtsort auf dem Berge *Wu-dang* besucht wurde. (Die darüber gegebene Schilderung ist für chinesische Verhältnisse äußerst lehrreich und amüsant!) Nördlich dieser Stadt wurde auf schwierigen Saumpfen das Nord- und Südchina voneinander trennende *Ostende des Kuen-lun-Gebirges* (der sog. *Tsinling-schan*) gequert und jenseits in die Niederungen des *Hoangho* hinabgestiegen.

Den hier beginnenden, bisher niemals näher aufgenommenen und untersuchten *Nord-Süd-Lauf* des *Hoangho* erforschte der Reisende auf besonderen Wunsch *Ferd. v. Richthofens* eingehend. Nachdem der Fluß im sog. Drachentor (Lung mönn) auf 50 m Breite eingengt worden ist, behält sein Tal von da ab Cañon-Charakter. Es ist eingeschnitten in eine mächtige Lößdecke, welche auf horizontal gelagerten Sandsteinen ruht. Durch zahllose Seitenschluchten ist die nähere Umgebung dieses Cañons äußerst unwegsam. Als Wohnungen der dortigen Chinesen finden sich beiderseits nur Lößwohnungen. Bisher kaum bekannt waren die von *Tafel* besuchten und genau kartierten *Fälle des Hoangho*, welche durch härtere Sandsteinplatten am Talgrunde bedingt werden.

Nach Erforschung dieses N—S gerichteten Lauf-

<sup>1)</sup> Vgl. das Vorwort *A. Pencks* zu *Dr. A. Tafels Kartenwerk, Teil I. China*. Berlin 1912. Mittler & Sohn.

<sup>2)</sup> Vgl. *W. Filchner*, Das Rätsel des Matschu. Berlin 1907, Mittler & Sohn.

<sup>1)</sup> 2 Bde. Berlin, D. Reimer, 1907. Posthum durch *E. Tiessen* veröffentlicht.

stückes des Hoangho-Kniees wurde die *Ordos*-Steppe im Westen desselben gequert und im November 1905 *Lan-tschou-fu*, die Hauptstadt von Kansu erreicht. Noch im Dezember wurde von dort aus ein winterlicher Vorstoß zum über 3000 m hoch liegenden *Kuku-nor* gemacht, der aber mit einem schweren Überfall der kleinen Karawane endete, bei welchem *Tafel* selbst nicht unerheblich verwundet wurde und den größten Teil seiner Ausrüstung verlor.

Bevor die endgültigen Vorbereitungen für die Anfang 1906 aus der Gegend von *Lan-tschou-fu* zu machende große *Tibetreise* zu Ende geführt waren, unternahm *Tafel* noch einen Besuch des bekannten Lamaklosters *Kumbum* und hatte dort Gelegenheit, das berühmte Butterfest aus nächster Nähe mitanzusehen. *Tafels* Angaben ergänzen die schon von *Filchner* und anderen Reisenden gegebenen Beschreibungen.

Bei den im Frühjahr 1906 begonnenen gefährvollen *Tibetfahrten* mußte *Tafel* selber in tibetanischer Vermummung reisen und streckenweise einen seiner Diener als angeblichen Herrn der Karawane vorschleichen. Die Wanderungen galten der Erforschung der Bergwelt im Süden des *Kuku-nor*, den Quellen des Hoangho um den *Oring-nor* (= Sternensee) und dem Hauptquellfluß des *Yang-tse-kiang*. Die außerordentlichen Höhen, zwischen 4000 und 5000 m, in welchen sich die Karawane zu bewegen hatte, die unsagbaren Schwierigkeiten der Steinsumpfbereiche in den Hochtalungen (von denen auch *Sven Hedin* in Tibet so viel zu leiden gehabt hat), die Unbill der Witterung mit ihren furchtbaren Schneestürmen und vor allem die Feindseligkeit der Bewohner, machten diese Wanderfahrten in dem nordöstlichen Tibet zu außerordentlich abenteuerlichen und gefährvollen Unternehmungen. Nur mit knapper Not gelang es *Tafel*, nachdem er bis auf 6 Yaks alle seine Tiere durch feindliche Überfälle verloren und den größten Teil seiner Sammlungen hatte zurücklassen müssen, mit seinen völlig erschöpften und dem Verlangen nach nahen Begleitern in die *Tsaidam* genannte Hochebene südlich des *Kuku-nor* und von dort (im Winter 1906) nach *Hsi-ning-fu* bei *Lan-tschou-fu* zurückzukehren.

Trotz dieser bitteren Erfahrungen brach aber der kühne und unerschrockene Forscher im Frühjahr 1907 von neuem nach Tibet auf. Diesmal ging es über den als „*Matschu*“ schon von *Filchner* genau untersuchten und studierten Hoangho-Quellfluß zum Quellfluß des *Yang-tse-kiang*, der in der Nähe des tibetanischen Klosters *Discherkundo* erreicht wurde. Dabei wurden hier in Ost-Tibet äußerst schwer begehbare und für Mensch und Tier gleich verräterische, bewachsene Sumpfgebiete (sogen. „*Nakä*“) auf dem ganz flach ansteigenden Abhang des *Bayen-Kara-Gebirges* gequert. Südlich, jenseits dieses Gebirges führte der Marsch hinab in das tiefeingeschnittene und in vielfacher Hinsicht landschaftlich andersartige *Yang-tse-kiang*-Tal bis *Ta-tsien-lu*. Dieser Ort wurde im Mai 1907 erreicht. Es war der südlichste Punkt der Reise. Von hier bog *Tafel* wieder rechtwinklig nach Norden ab, um über *Sung-pan-ting* nach *Lan-tschou-fu* zurückzukehren, freilich nicht ohne nochmals, also zum dritten Male, in der Nähe des berühmten Räubernestes *Ngaba* überfallen und gründlichst ausgeraubt zu werden. Erst nach halbmonatlichen Verhandlungen mit Hilfe chinesischer Beamter gelang es das Geraubte zurückzuerhalten. Bei dem in Nordost-Tibet besonders berühmten Klosterort *Labrang* verließ der Reisende endlich das „verbotene“ Land, um nach Aufnahme seiner früher bei *Lan-tschou-*

*fu* zurückgelassenen Sammlungen in dreimonatlichem Rückmarsch zur chinesischen Küste zu gelangen.

Dies der hauptsächlichste Hergang der Reise.

Die wissenschaftlichen Ergebnisse derselben bestanden in erster Linie in sorgsamsten Itineräraufnahmen, Höhenmessungen und geologisch-morphologischen Beobachtungen und Sammlungen. Über diesen streng wissenschaftlichen Teil geben die Tagebücher nur Andeutungen. Ein besonders mit Unterstützung der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin gedrucktes, mit Hilfe der kartographischen Kräfte des Großen Generalstabes im Maßstab von 1 : 200 000 gezeichnetes Kartenwerk ist als Ergebnis dieser Arbeiten zu betrachten. Dasselbe ist bereits im Jahre 1912 (Verlag von S. Mittler & Sohn), soweit es *China* betrifft, in 31 Tafeln erschienen<sup>1)</sup>. Dasselbe ergänzt gen Westen in ausgezeichnete Weise das aus Anlaß der derzeitigen militärischen Chinaexpedition von der kartographischen Abteilung des Großen Generalstabes im gleichen Maßstabe herausgegebene Kartenwerk von *Tschili* und *Schantung*.

Der zweite Teil dieses imposanten Kartenwerkes, der Teil: Tibet, steht noch aus, wird aber seinerzeit eine ebenso wertvolle Ergänzung der gleichfalls mit Hilfe des Großen Generalstabes konstruierten und veröffentlichten kartographischen Ergebnisse der *Filchnerischen Expedition* (1903/04) darstellen.

Eine besondere Hervorhebung verdienen die zahlreichen photographischen Aufnahmen *Tafels*. Sie sind in einer prächtigen Auswahl in ausgezeichneter Reproduktion den beiden Bänden des Werkes eingefügt und gehören zu dem Schönsten, was wir bisher aus diesen Gebieten an bildlichem Anschauungsmaterial besitzen. Für die Terrainzeichnung des Kartenwerkes haben sie eine besondere Bedeutung gehabt.

Alles in allem stehen wir vor einer ausnahmsweisen Leistung, auf welche das deutsche Volk um so nachdrücklicher hingewiesen werden muß, weil der Autor selber in der Öffentlichkeit stets äußerst bescheiden aufgetreten, ja fast ängstlich zurückgetreten ist. Dazu ist keine Veranlassung, denn *Tafels* Reisewerk gehört mit zum Besten seiner Gattung.

Max Friederichsen, Greifswald.

**Gröber, Paul, Der südliche Tiën-schan.** Geographische Abhandlungen, herausgegeben von A. Penck. Bd. X, Heft 1. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. V, 104 S., Abbild., 12 Tafeln und 3 Karten. Preis geh. M. 10,—.

Die Reise, über deren Ergebnisse hier berichtet wird, wurde als selbständige Unternehmung des Verfassers im Anschluß an die im Herbst 1908 beendete zweite Expedition *G. Merzbachers* (in den zentralen und östlichen Tiën-schan) ausgeführt. An dieser Merzbacherschen Unternehmung hatte *P. Gröber* als Nachfolger von *K. Leuchs* erfolgreich teilgenommen.

Jetzt galt es, den von *Gröber* bereits 1907 gefaßten Plan der Fortsetzung der Keidelschen derzeitigen Untersuchungen über die stratigraphischen Verhältnisse des Karbons im NO des Kaschgarischen Beckens durchzuführen und vor allem das wenig bekannte Gebiet zwischen der südlichsten Kette des zentralen Tiën-schan und dem Flusse Kaschgar-darja zu untersuchen.

Da *Gröber* glaubte, sich und seine Karawane leichter gegen die Winterkälte als gegen die Sommerhitze und

<sup>1)</sup> Vgl. A. Penck, Das Kartenwerk: Dr. Albert Tafel, Reisen in China und Tibet. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin 1913, Nr. 2.



sommerliche Wassernot schützen zu können, so führte er das Unternehmen im Winter 1908/09 durch.

Von Kuldsha aus führte im November 1908 die Reise über den im Winter wie im Sommer gleich schwer passierbaren Eispaß des Musart nach Aksu hinab, wo *Gröber* 14 Tage lang durch eine schwere Fieberkrankheit festgehalten wurde. Dann ging es am Tiën-schan-Südabhang im Kok-schaal-Tal westlich über Ak-jar, Utsch-Turfan nach Safär-Bai. Von allen 3 genannten Punkten wurden Reisen gen Süden in das zu erforschende *Bergland zwischen Kaschgar-darja* im Süden und *Tauschkan-darja* im Norden ausgeführt. Anfang März wurde nach recht anstrengenden und gefährvollen Wanderungen, aber mit wissenschaftlich reicher Ausbeute Kaschgar erreicht, von wo Mitte März 1909 die Heimreise über den Terek-dawan und via Osch im Ferghana-Becken angetreten wurde.

Die Darstellung dieser Reise wird von *Gröber* in zwei Teile zerlegt: in 1. einen geologischen Teil, 2. einen geographischen Teil.

Im ersten, geologischen Teil werden a) die Beobachtungen im Temurlik-tau (südlich des Ili-Tales bei Kuldsha), sodann b) die Beobachtungen am Ausgang des südlichen Musart-Tales, vor allem aber c) die Geologie des Gebietes zwischen Kok-schaal und Kaschgar-darja, sowie schließlich noch d) einige Beobachtungen auf dem Heimwege von Kaschgar ins Ferghana-Becken ins Einzelne gehend geschildert.

Die *Verallgemeinerung* dieser geologisch-tektonischen Ergebnisse führt zu Schlüssen, welche zumeist mit den bisherigen durch *Keidel*, *Friederichsen*, *Davis*, *Leuchs* gezogenen übereinstimmen. Freilich widerspricht *Gröber* (S. 68) der Keidelschen Annahme, daß die Nostreichenden Gebirgszüge im Tiën-schan älter seien als die NW-streichenden. *Gröbers* Ansichten über die in mesozoischer Zeit ausgebildeten Abtragungsflächen decken sich dagegen mit denen seiner wissenschaftlichen Vorgänger im Tiën-schan.

Im zweiten, *geographischen* Teil wird neben zahlreichen Verbesserungen und Erweiterungen des bisherigen Kartenbildes in orohydrographischer Hinsicht auch über die Verteilung der Niederschläge, über Alter und Anlage der Oberflächenformen und über das Problem der Klimaänderung gehandelt.

Außer einer Reihe charakteristischer Landschaftsbilder und Originalphotographien des Verfassers sind zwei geologische Profil tafeln sowie eine orohydrographische, eine geologische und eine tektonische Karte des Reisegebietes beigegeben. Die vergleichende Betrachtung der drei letzteren bietet viel Lehrreiches.

Als Ganzes muß die, wenn auch auf ein örtlich kleines Gebiet beschränkte, so doch wissenschaftlich sehr gründliche Arbeit als ein wertvoller Beitrag zur Kenntnis des Tiën-schan dankbar begrüßt werden.

Max Friederichsen, Greifswald.

**Oppermann, Edm., Die europäischen Kriegsschauplätze 1914.** Geographisch dargestellt. Leipzig und Berlin, Jul. Klinkhardt, 1914. IV, 89 S. und 5 farb. Karten. Preis geh. M. 2,—, geb. M. 2,60.

Es ist die Absicht des kleinen Buches, dem durch die Ereignisse des Weltkrieges vielerorts erwachten Wünsche nach geographischer Erkenntnis der Kriegsschauplätze entgegenzukommen. Es werden daher nacheinander Belgien, Ost- und Nordfrankreich, die Nordsee, Ostpreußen, Rußland (besonders Westrußland), Galizien und Bukowina, Serbien und Montenegro dargestellt. Die *Gesichtspunkte*, nach welchen dies geschieht, sind bei jedem Lande ähnliche. Es wird

behandelt: Name, Lage, Grenzen, Größe, Bodengestalt, Klima, Bevölkerung, Wirtschaft, Verkehr, Geschichtliches und Militärgeographisches. Die Form der Darstellung ist meist eine sehr knappe, vielfach fast direkt in Telegrammstil übergehende. Das erhöht nicht die Lesbarkeit, ermöglicht aber eine große Menge von Tatsachen auf engem Raum zusammenzubringen. Freilich kann dieser knappe Stil auch verhängnisvoll werden, indem er leicht schiefe Bilder ergibt oder in seiner abgerissenen Kürze ungewollt humoristisch wirkt. So beginnt, z. B. S. 45, der Abschnitt „Rußland“ unter der Überschrift „Wertung“ mit dem Satze: „Rußland, der Koloß unter den Staaten, ist von Ländergier beseelt.“ Später heißt es (S. 51): „Der Russe ist wirtschaftlich unbegabt. Die Zeit hat noch keinen Wert, man vertrödelt sie unglaublich.“ Oder (S. 51/52): „Der russische Soldat ist körperlich tüchtig, wenn gleich teilweise durch die furchtbaren Hungersnöte der letzten Jahre geschwächt.“

Nach der ganzen Art seiner Abfassung ist das Buch mehr im Ton einer Anleitung für den geographischen Schulunterricht gehalten. Für Lehrer wird es denn auch zur Vorbereitung auf einen in das Verständnis der kriegerischen Tagesereignisse einführenden Geographieunterricht gute Dienste leisten und wertvolle Hinweise geben können. Darin liegt meines Erachtens das Verdienst des Verfassers. Ob das Werk bei einem größeren Publikum den Geschmack für geographische Betrachtungen der Kriegsschauplätze sonderlich erhöhen wird, mag bei seiner charakterisierten Eigenart dahingestellt bleiben.

Die beigegebenen Gaeblerischen Kartenskizzen sind durchaus geeignet, das Verständnis des Textes zu erleichtern.

Max Friederichsen, Greifswald.

**Crossland, Cyril, Desert and Water Gardens of the Red Sea.** Being an Account of the Natives and the Shore Formations of the Coast. Cambridge: at the University Press, 1913. 158 Seiten, 91 Photographien und Skizzen, 12 Diagramme.

Die erste Hälfte des Buches handelt von Land und Leuten, die andere von zoologischen Dingen und Fragen der Erdbildung. Um seiner schmucklosen und abgerundeten Darstellung willen sollte es von Naturfreunden zu Rate gezogen werden, die die Küsten des Roten Meeres bereisen wollen. Was *Ehrenberg*, *Ransonnet*, *Haeckel*, *Klunzinger*, *Joh. Walther*, *Verworn* u. a. in Wort und Bild vom nördlichen Teil des Roten Meeres berichtet haben, das findet hier eine Ergänzung für die bisher unerforschte Sudanküste zwischen dem 18. und 22. Grade nördlicher Breite, und schließt mit einem Gesamtbild vom Werden und Sein des Roten Meeres ab.

Die Kenntnis der Wüste und der spärlichen Nomadenbevölkerung dieses Weltwinkels läßt sich am bequemsten gewinnen von Port Sudan oder Suakin aus, zwei Orten, die vom Atbara her mit der Eisenbahn zu erreichen sind. Die maritime Ebene und die jenseitigen Berge, der Wüstenflor, Sandstürme, Winterregen, das blaue Meer und seine Korallengärten, das sind Eindrücke, die sich einem dort in Stunden an- und durcheinander drängen. In der Bevölkerung treten uns drei Nationalitäten entgegen: Eingeborene, die sich Araber nennen, aber den alten Ägyptern verwandt sind, Araber von jenseits der See und Neger, meist Sklaven oder Abkömmlinge von Sklaven aus dem oberen Nilthal. *Crossland* hat ihre Sitten und Gebräuche beobachtet, erzählt von ihrer Religion und ihren abergläubischen Vorstellungen, schildert das

Leben der Frauen, begleitet die seefahrenden Männer, geht mit den Fischern hinaus und sieht den Perltäuchern bei ihrem mühseligen Gewerbe zu. Es will ihm scheinen, als ob mancher der Bräuche mehr oder weniger einzig in seiner Art sei und nur in diesem Lande auftrete. Doch liegt ihm der Anspruch, für einen Anthropologen zu gelten, meilenferne. Wirklich zu Haus fühlt er sich in den Kapiteln von den Korallen und Korallentieren, der Bildung der Korallenriffe und der Entstehungsgeschichte des Roten Meeres. Es erscheint ihm dabei von Wert, daß seine Funde und Deutungen der Kritik *J. Stanley Gardiners*, des Erforschers der Koralleninseln des Indischen Ozeans, standgehalten haben. Leicht geneigt, den einzelnen Zug als nur an diesem einen Orte verwirklicht zu sehen, gewinnt er doch immer wieder den Blick für die Allgemeinheit der Erscheinungen im Erdganzem. Wegen der Ergebnisse muß auf das Buch selbst verwiesen werden, ohne platzraubende Skizzen lassen sie sich schwer darstellen. Die Untersuchung macht den Eindruck der Nüchternheit, die der Verfasser selbst mit den Worten umschreibt: *What I describe, I write of with all the accuracy of which my words are capable; so far as it goes, all is strictly true.* Die Klarheit und Sorgfalt der Form aber beruht in der Denkweise, zu der sich *Crossland* mit folgender Verwahrung bekennt: *Biologists have one way of justifying their existence which has to some extent been neglected. Their reply to the eternal question „What good is it? where does the money come in?“ should be, in some cases, that of the artist. Just as there are those to whom the love of beauty in pictures, sculpture and architecture is one of the things in life they would least wish to lose, to whom the existence of professional artists is more than justified, so there are many outside the ranks of professional biologists, to whom the romance of the beginnings of life, and of strange lowly forms of being, might become and absorbing interest, an enrichment of life in which money does not necessarily „come in“ at all.*

*Thilo Krumbach, Rovigno.*

## Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung am 10. April hielt Prof. Dr. A. Merz einen Vortrag über *die Nordsee und ihre Küsten*. Das Gebiet der Nordsee ist in verschiedenartiger Weise vor den meisten anderen Gegenden der Erde begünstigt. Es liegt ziemlich genau im Mittelpunkt der Festlandsmassen unseres Planeten, es wird von zahlreichen wichtigen Hauptverkehrslinien durchzogen und genießt in hervorragendem Maße die Gunst des Klimas. Die warmen Meeresströmungen des Atlantischen Ozeans finden durch zwei Eingangspforten Einlaß in die Nordsee, so daß im Winter nur wenige Häfen vorübergehend durch Eis blockiert werden. Dazu kommt die Tüchtigkeit der Bewohner in den Ländern, welche zum hydrographischen Einzugsgebiet der Nordsee gehören. Diese Länder selbst zeichnen sich durch ihren Reichtum an Kohle und Eisen aus. Die Kohlenproduktion betrug in ihnen 1912: 345 Millionen Tonnen, d. i.  $\frac{1}{3}$  der Weltproduktion, die Roh-eisengewinnung 30 Millionen Tonnen, d. i. die Hälfte der Weltgewinnung. Gerade die Steigerung, welche die Roheisenproduktion Deutschlands in den letzten Jahren zu verzeichnen hatte, ist eine der Hauptursachen für die wirtschaftliche Spannung zwischen Deutschland und England gewesen. Die Hälfte aller

Baumwollspindeln der Welt arbeiten in den Randländern der Nordsee, in deren 50 größeren Häfen etwa  $\frac{1}{3}$  der Welt-Handelsflotte beheimatet ist. Die See selbst birgt wertvolle Schätze an Fischen, so daß die Erträge der Nordseefischerei mit 200 Millionen Mark ungefähr  $\frac{1}{4}$  der gesamten Weltfischerei ausmachen.

Während die südlichen Meere, die Europa von Afrika und Asien trennen, Einbrüche der Erdkruste darstellen, so daß mitunter noch in Sicht des Landes Tiefen von 3000 m vorkommen, ist die Nordsee nur als eine flache Überflutung des europäischen Kontinentalsockels zu betrachten. Eine Profilinie zeigt keinen Gefällsknick beim Übergang vom deutschen Boden in das Meer; die Lage der Küstenlinie ist eine rein zufällige, und sie hat sich daher auch im Laufe der historischen Zeit vielfach geändert. Eine plötzliche Zunahme des Gefälles zeigt dagegen der Meeresboden dort, wo der Flachboden der Nordsee in die Tiefen des Atlantischen Ozeans abfällt. Hier haben wir es offenbar mit gewaltigen tektonischen Absenkungen, Verwerfungen oder Flexuren zu tun. Die geologische und orographische Grenze des europäischen Kontinents liegt also nicht an den Küstenlinien der Nordsee, sondern am Rande des flachen, sogenannten Schelfmeeres, etwa in 200 m Tiefe. Dieser große, vom Meere überflutete Kontinentalschelf hat ein Areal von nahezu 1 400 000 qkm, von denen 315 000 auf die Britischen Inseln entfallen, die der Westhälfte des Schelfs aufgesetzt sind. Mit dem offenen Ozean steht die Nordsee zweifach in Verbindung, im Süden durch die 33 km breite Straße von Dover, im Norden durch eine breite Öffnung zwischen Schottland und Norwegen, die an ihrer engsten Stelle, zwischen Peterhead und Stavanger 450 km mißt. Die Grenze der Nordsee verläuft jedoch weiter nördlich auf einer von den Orkney- über die Shetland-Inseln nach der Mündung des Nordfjords führenden Linie. Rechnet man auch das Skagerrak der Nordsee zu und zieht deren Grenze gegen die Beltsee längs der 62 km langen Strecke Skagens Rev-Mollösund, so umfaßt ihr ganzes Gebiet mehr als 570 000 qkm, ist also noch größer als das Deutsche Reich.

Von den Küsten, welche die Nordsee umsäumen, zeigen die dänische, deutsche, holländische und belgische sowie der nördlichste Teil der französischen den Typus der Dünenküste mit einem mehr oder weniger hohen Dünenwall, hinter dem sich vielfach das unter dem Hochwasserniveau gelegene und deshalb durch Deiche geschützte, für die Viehzucht so überaus geeignete Marschenland findet. Während aber in Dänemark und Belgien der Dünenwall geschlossen an das Meer tritt und die Entstehung von Buchten, die sich zur Anlage von Häfen eignen, verhindert, haben die deutsche und holländische Küste eine weit günstigere Gliederung. Bei ihnen ist, vielfach erst im Verlauf der historischen Zeit, jener Dünenwall von den Fluten des Meeres durchbrochen worden, ein Inselkranz umsäumt die Küste und Buchten schneiden tief in das Land ein, die ihre Fortsetzung in großen Strömen mit reichem Hinterland finden, so daß hier die Bedingungen für die Entstehung großer Welthäfen gegeben sind. Das der Küste vorgelagerte Wattenmeer, das bei Niedrigwasser stellenweise nahezu trocken liegt und dann durch die natürlichen Gräben der „Priele“ entwässert wird, gestattet nur an wenigen bestimmten Stellen das Einlaufen von Schiffen mit größerem Tiefgang, was in dem jetzigen Krieg von strategischer Bedeutung ist.

In Holland liegen die größten Häfen, Amsterdam und Rotterdam, mehr als 20 km von der Küste entfernt, mit der sie durch Schiffahrtskanäle verbunden sind, an deren Mündung der Fischereihafen Ymuiden, beziehungsweise der bekannte Ausgangspunkt des Dampferverkehrs nach England, Hoek van Holland gelegen sind. Der einzige größere Seeplatz der belgischen Küste ist der durch künstlich geschaffene Einrichtungen offen gehaltene Hafen von Ostende, dessen Anlaufen durch die vor der Küste gelegenen Untiefen, die flandrischen Bänke, erschwert wird.

Erst in der Nähe von Calais macht die flache Dünenküste dem steilen Felsgestade Platz, das aus Kreide- und Jura-Gesteinen zusammengesetzt ist. Vor der Eiszeit bestand hier noch eine Landverbindung von Frankreich nach England, die durch das allmähliche Vorrücken der beiden von Norden wie von Süden eingreifenden Trichterbuchten dann den Wellen zum Opfer fiel. Durch die Zerstörung dieser Landenge ist die gesamte Hydrographie der Nordsee wesentlich verändert worden.

Die Gliederung der englischen Nordseeküste hängt eng mit dem Gebirgsbau der Inseln zusammen. An die alten, den Westen und Norden einnehmenden Gebirgsschollen aus alten und harten Gesteinen haben sich im Osten jüngere Schichten angelagert. Bei der Senkung des Landes sind diese teilweise unter den Meeresspiegel getaucht, und heute schneidet die Ostküste Englands diese abwechselnd härteren und weichen Gesteinsschichten schräg ab, so daß die Meeresbrandung im Verein mit den Gezeiten in den weichen Gebieten tief eingreifende Buchten schaffen konnte, in denen die Verhältnisse für die Entstehung größerer Hafenplätze besonders günstig liegen. So ist in das Londoner Tertiärbecken die Themsebuchse eingeschnitten, deren Schiffsverkehr 18 Millionen Tonnen ausmacht. Weiter nördlich setzen weiche, von Geschiebelehm überdeckte Tertiärgesteine die Kliffküste von Suffolk und Norfolk zusammen, die vom Meere stark angegriffen wird. Große Flächen fruchtbaren Landes mit mehreren Dörfern sind daher ein Raub der Wellen geworden. Parallel dem Strande vorgelagerte flache Bänke erschweren hier die Annäherung der Schiffe, weshalb es nur zur Entwicklung kleiner Fischereihäfen gekommen ist. Der nördlich angrenzende Busen des Wash durchbricht die Kreideschwelle und dringt tief in das Land ein. In ihm finden wir ein umfangreiches Wattenmeer, umgeben von Marschland, ähnlich wie an unserem deutschen Nordseestrande. Dann folgt eine längere, nur durch die Mündung des Humber unterbrochene, glatte, hafenlose Küste, deren leicht zerstörbare Geschiebemergel und Sande von der Brandung stark angegriffen werden. Seit der Zeit der normannischen Eroberung soll die Uferlinie hier durchschnittlich um zwei Seemeilen zurückgewichen sein. Der Humber hat eine ganz besondere Bedeutung, einmal weil er Seeschiffen ermöglicht, jederzeit 12 Seemeilen weit landeinwärts zu gelangen, dann aber auch weil er das getreidereiche Hinterland von York und das Industriegebiet von Mittelengland erschließt. Sein gesamtes Flußgebiet, das größte der Britischen Inseln, umfaßt rund 25 000 qkm, d. i. ein Sechstel des englischen Bodens. Deshalb haben sich auch hier zwei bedeutende Hafenstädte entwickelt, Kingston-upon-Hull mit 300 000 und Grimsby mit 70 000 Einwohnern. Letzteres ist ein hervorragender Fischereihafen, dessen Wichtigkeit u. a. auf der Nähe der fischreichen Dog-

gerbank in der mittleren Nordsee beruht. In günstigen Jahren erreichen die Fischerei-Erträge in Grimsby mitunter 60 Millionen Mark.

Im nördlichen Abschnitt der englischen Küste wird dieselbe steil und felsig. Harte Gesteine der Kohlförmation treten an das Meer, worauf vor allem die Bedeutung der Tynehäfen für die Kohlenausfuhr beruht. 20 Millionen Tonnen Kohle werden hier gefördert. Der Hauptort Newcastle mit einer halben Million Einwohner ist zugleich das Zentrum der englischen Schiffbauindustrie, die in diesem Bezirk mit 34 Werften vertreten ist. In Schottland überwiegt die steile Abrasionsküste, deren wichtigste Einbuchtung der mit zahlreichen Kohlhäfen besetzte Firth of Forth ist, an dem auch Edinburgh, das geistige Zentrum Schottlands liegt.

Einen ganz anderen Küstentypus finden wir in Norwegen. Hier dominieren die Fjorde, jene langgestreckten, bis 170 km weit in das felsige Hochplateau einschneidenden schmalen Meeresbuchten, deren Tiefe bis zu 1300 m hinabgeht. Ihre Entstehung ist oft an tektonische Linien geknüpft, die Ausgestaltung ihrer Form zumeist den Gletschern der Eiszeit zuzuschreiben. Eine dieser buchtenreichen Steilküste vorgelagerte, in zahllose Inseln aufgelöste Strandterrasse bietet Raum für die Ansiedelung der Bevölkerung, die in ihrem Erwerb hauptsächlich auf Schifffahrt und Fischfang angewiesen ist.

O. Baschin.

## Kleine Mitteilungen.

**Benzinersatzstoffe für den Automobilbetrieb.** Durch die Beschlagnahme der Benzinorräte zu Beginn des Krieges erlangte die Frage nach der Beschaffung von Benzinersatzstoffen für den Automobilbetrieb eine sehr große Bedeutung. Wenn auch in den letzten Monaten das Benzin wieder frei war, so ist doch in jüngster Zeit wieder eine ziemliche Knappheit eingetreten, die in manchen Gebieten des Reiches sogar eine Einschränkung des privaten und gewerblichen Automobilbetriebes durch behördliche Maßnahmen erforderlich machte. Der wichtigste Ersatzstoff für das Benzin ist das Benzol, das in den letzten Jahren in stark steigendem Maße Verwendung fand und sich bei einer entsprechenden Änderung des Vergasers überall gut bewährt hat. Wenn nun das Benzol auch ein Erzeugnis unserer einheimischen Industrie ist, das in Kokereien und Teerdestillationen in großer Menge gewonnen wird, so ist andererseits der Bedarf der Heeresverwaltung augenblicklich so groß, daß auch dieser Betriebsstoff nur in beschränkten Mengen an Private abgegeben werden kann.

Unter diesen Umständen ist es sehr zu begrüßen, daß von verschiedenen Seiten in der letzten Zeit Versuche über die Verwendbarkeit anderer Brennstoffe zum Automobilbetrieb angestellt wurden. In erster Linie betrafen diese Versuche die Verwendung von Spiritus im Automotormotor; hierüber äußert sich Professor Dr. O. Mohr auf Grund langjähriger Erfahrungen in der *Zeitschrift für angewandte Chemie* 1914, S. 558. Er bezeichnet als einen Vorzug des Spiritus gegenüber den Kohlenwasserstoffen Benzin und Benzol zunächst seinen niedrigen Siedepunkt und ferner seine engen Siedegrenzen. Denn während die Siedegrenzen der Automobilbenzole meist zwischen 80 und 130 bis 140° liegen und während auch die sog. Leichtbenzine fast stets Anteile mit einem über 100° liegenden Siede-

punkt enthalten, destilliert 95-volumprozentiger Spiritus zwischen den engen Grenzen 78 und 82° über. Diesen Vorzügen des Spiritus steht als Nachteil jedoch sein viel niedrigerer Heizwert gegenüber, der, wie die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, nur wenig mehr als halb so groß wie der Heizwert des Benzins ist. Es entwickeln:

1 kg Benzin . . . . .	10 000—10 500 WE
1 kg reines Benzol . . . . .	9 560 WE
1 kg 90er Handelsbenzol . . . . .	9 500—9 600 WE
1 kg reiner Alkohol . . . . .	6 362 WE
1 kg 95 prozentiger Alkohol . . . . .	5 875 WE
1 kg reines Naphthalin . . . . .	9 290 WE

Weiter unterscheidet sich der Spiritus von dem Benzin und dem Benzol sehr wesentlich durch seine Verdampfungswärme, die mit 270 WE für 1 kg 95-prozentigen Spiritus mehr als das Doppelte von der des Benzins und Benzols ausmacht. Um daher einen Motor mit Spiritus betreiben zu können, muß man den Vergaser in der Weise abändern, daß die Brennstoffzufuhr vergrößert wird; ferner muß man die Motorkühlung einschränken und ev. die dem Vergaser zugeführte Luft vorwärmen. Es sind bereits zahlreiche Spiritusvergaser im Handel, die diese Forderungen erfüllen, und es ist somit der Beweis erbracht, daß selbst bei vollständiger Unterbindung der Kohlenwasserstoffzufuhr und -erzeugung die deutsche Spiritusindustrie imstande ist, den Brennstoffbedarf für die Aufrechterhaltung des Automobilbetriebes sicherzustellen. Um den Wärmeinhalt des Spiritus zu erhöhen und auf diese Weise den im Vergleich zum Benzin häufigeren Brennstoffersatz unterwegs zu vermeiden, hat man versucht, dem Spiritus thermisch hochwertige Stoffe zuzusetzen, es haben sich jedoch nur die einfachsten Mischungen von Spiritus mit Kohlenwasserstoffen in praktischen Betrieben bewährt. Man kann dem Spiritus z. B. bis zur Hälfte Benzol zusetzen und kann weiter, falls Benzin zur Verfügung steht, wieder die Hälfte des Benzols durch Benzin ersetzen. Eine solche Mischung zeigt auch bei tiefster Winterkälte weder kristalline Ausscheidungen von Benzol noch eine Entmischung. Derartig hochkarburiert Spiritus läßt sich von den meisten Vergasern ohne weiteres verarbeiten, wenn nur die Luftzufuhr beschränkt wird. Es ist ferner vorgeschlagen worden, Naphthalin, das in großen Mengen billig zu haben ist, in Spiritus aufzulösen; gegen die Verwendung dieses Stoffes erheben sich aber verschiedene Bedenken. Einmal ist das Naphthalin in Spiritus relativ schwer löslich und dann scheidet es sich schon bei geringer Abkühlung unter 0° in blätterigen Kristallen aus, weshalb ein solcher mit Naphthalin karburiert Spiritus im Winter nicht verwendbar ist. Auch der Zusatz von Aceton zum Spiritus ist nicht empfehlenswert, weil dieser Stoff zu teuer ist und dann weil sein Heizwert nur 6720 WE beträgt. Ebenso wenig hat sich der Zusatz von Äther oder von Explosivstoffen zum Spiritus bewährt; namentlich von letzteren ist dringend abzuraten, da vielfach bei ihrer Verbrennung Gase entstehen, die den Motor angreifen und in kurzer Zeit schwere Beschädigungen verursachen. S.

**Naphthalinmotoren.** Durch die Knappheit an flüssigen Brennstoffen, die sich wie zu Beginn des Krieges so auch jetzt wieder an vielen Orten bemerkbar macht, sind zahlreiche Fabrikbetriebe in eine mißliche Lage geraten, ganz besonders kleinere Betriebe, die nur Explosionsmotoren besitzen und über keine Dampfkraft verfügen. Ein wertvolles Hilfsmittel für alle diese Kleinbetriebe, namentlich in der jetzigen Zeit, ist der

Naphthalinmotor, dessen Bedeutung in gewerblichen Kreisen lange noch nicht genügend gewürdigt wird. Die ersten Versuche, Naphthalinmotoren zu bauen, wurden bereits vor mehr als 10 Jahren in Frankreich angestellt; sie führten jedoch zu keinem Ergebnis, und erst in den letzten Jahren ist es den deutschen Motorenfabriken gelungen, brauchbare Maschinen für Naphthalinbetrieb zu bauen. Hierbei waren mancherlei Schwierigkeiten zu überwinden, denn das Naphthalin ist bekanntlich ein fester Körper, der erst bei 80° C. schmilzt. Da das Naphthalin einen recht hohen Heizwert hat und zu billigem Preise sowie in großen Mengen leicht zu beschaffen ist, stellt es einen recht brauchbaren Brennstoff dar. Um es auch zum Automobilbetrieb verwenden zu können, hat man in der letzten Zeit verschiedentlich versucht, Naphthalin in Spiritus zu lösen und diese Lösung als Benzinersatz für Automobile einzuführen. Für industrielle Zwecke ist diese Methode jedoch zu teuer; hier führt man das Naphthalin in den flüssigen Zustand über, indem man es schmilzt. Von den bekannten und weitverbreiteten Benzolmotoren unterscheidet sich daher ein Naphthalinmotor nur insofern, als er noch mit einer Schmelzvorrichtung für das Naphthalin versehen ist. Zum Schmelzen des Betriebsstoffes verwendete man anfangs das heiße Kühlwasser des Motors, doch konnte das Naphthalin auf diese Weise nicht schnell genug verflüssigt werden. Heute verfährt man deshalb so, daß man den Naphthalinbehälter mit einem Dampfmantel umgibt und das heiße Kühlwasser mit Hilfe der noch heißeren Abgase in Dampf verwandelt. Bis zum Schmelzen des Naphthalins genügend Dampf vorhanden ist, wozu 20—30 Minuten erforderlich sind, muß der Motor mit einem anderen Brennstoff, wie Benzol oder Leuchtgas, betrieben werden; hierauf wird auf Naphthalinbetrieb umgeschaltet. Die Bedienung eines solchen Motors ist sehr einfach, der Raumbedarf sehr gering und vor allem fällt jede Explosionsgefahr fort. Naphthalinmotoren werden für eine Leistung von 3 bis zu 20 PS gebaut; sie sind im Betriebe sehr sparsam, denn sie verbrauchen nur 270—300 g Naphthalin für die PS-Stunde, d. s. etwa 3½ Pf. stündliche Brennstoffkosten für eine Pferdestärke bei einem Preis von 12 M. für 100 kg Naphthalin. Ein weiterer nicht zu unterschätzender Vorzug ist die leichte Lagerung und der bequeme Bezug des Naphthalins, das beim Bahnversand nicht den für Benzin und Benzol erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen unterliegt. Naphthalinmotoren finden zum Antrieb von Pumpen und Dynamos Anwendung, so z. B. in kleinen Wasserwerken und für kleinere elektrische Beleuchtungsanlagen, sie sind jedoch noch zu vielen anderen Zwecken verwendbar, in erster Linie überall da, wo es sich um einen Dauerbetrieb handelt. Naphthalinmotoren werden von der Gasmotorenfabrik Deutz in Köln-Deutz sowie von der Firma Benz & Co. in Mannheim gebaut und auf den Markt gebracht. S.

**Über die Explosibilität von Luft-Ammoniak-Gemischen** haben E. Schlumberger und W. Piotrowski nähere Untersuchungen angestellt. Die Veranlassung hierzu gab eine Explosion, die durch das Ausströmen von Ammoniak aus einer defekt gewordenen Kältemaschine erfolgt war. Die Explosibilität von Sauerstoff-Ammoniak-Mischungen ist bereits vor mehr als 100 Jahren von Henry erkannt und in der Folge von mehreren Forschern näher studiert worden, dagegen wurden Gemische von Ammoniak mit Luft bisher allgemein für nicht explosiv gehalten. Der

Grund, weshalb die Explosibilität solcher Mischungen bisher nicht beobachtet wurde, liegt nach Ansicht der Verfasser in der ungünstigen Auswahl der zu den früheren Versuchen verwendeten Gefäße sowie in der Art der Zündung. Sie verwendeten als Explosionsgefäß einen kugelförmigen Glaskolben, weil in einem kugeligen Gefäß die Verbrennung am vollständigsten verläuft. Die Zündung geschah mit Hilfe eines Induktionsfunken, und zwar an Platinelektroden, die in Glasröhren eingeschmolzen und mittels zweier Gummistopfen in die Mitte des Explosionsgefäßes eingeführt waren; der Abstand der Elektroden voneinander betrug 6 mm. Um nur einen Funkenschlag von wohldefinierter Stärke zu erhalten, wurde im Primärstromkreis ein Pendelunterbrecher, dessen Konstruktion näher beschrieben wird, angewandt. Das zu den Versuchen verwendete Ammoniak wurde aus einer Bombe entnommen und war hundertprozentig. Es zeigte sich die auch bei anderen Gasen gemachte Beobachtung, daß Gemische von völlig trockenem Ammoniak und über Phosphorpentoxyd getrockneter Luft nicht explodierten, wogegen eine Spur von Feuchtigkeit schon eine Explosion herbeiführte. Der 500 ccm fassende Explosionskolben wurde mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe bis auf einen Druck von etwa 12 mm luftleer gemacht, dann wurde eine abgemessene Menge Ammoniakgas eingelassen und hierauf Luft, die mittels Chlorcalcium und Schwefelsäure getrocknet war, eingeleitet. Sodann wurde das Gasgemisch kräftig durchgeschüttelt und durch den Induktionsfunken zur Explosion gebracht. Auf diese Weise ergab sich ein Explosionsbereich von 16,5—26,8 Volumprozenten Ammoniak. Zum Vergleich wurden auch verschiedene Ammoniak-Luft-Gemische in der Bunte-Bürette zur Explosion gebracht; es zeigte sich jedoch bei dieser Versuchsanordnung keine eigentliche Explosion, sondern nur eine fortschreitende Verbrennung, und zwar wurde zwischen den Grenzen von 19—25 % Ammoniak das Auftreten einer Flamme beobachtet. Weitere Versuche über den Einfluß verschiedener Gefäßformen und Gefäßgrößen sowie des Elektrodenmaterials, der Zündungsart und des Feuchtigkeitsgehaltes der Gase auf die Größe des Explosionsbereiches sind im Gange. (*Journ. f. Gasbeleuchtung* 1914, S. 941—943.) S.

**Über die Synthese des Ammoniaks aus dem Aluminiumnitrid** berichtet Prof. C. Matignon in der *Chemiker-Zeitung* 1914, S. 894 und 909. Er bespricht zunächst die Bildungswärmen der verschiedenen Nitride und geht dann auf das Verfahren von Serpek näher ein. Bei diesem Verfahren wird bekanntlich ein Gemisch von Tonerde und Kohle in einem Stickstoffstrom auf 1800° C. erhitzt, wobei sich der Stickstoff mit dem Aluminium zu einem beständigen Nitrid vereinigt, während der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff als Kohlenoxyd entweicht. Die Reaktion verläuft bei 1800° C. so rasch, daß einige Minuten zur vollständigen Umwandlung des Aluminiumoxyds in Nitrid genügen. Die Erhitzung des Reaktionsgemisches auf diese hohe Temperatur kann nur auf elektrischem Wege geschehen. Die Reaktion ist stark endothermisch; es werden zur Bildung von 1 Mol.  $\text{Al}_2\text{N}_3$  187,6 cal verbraucht, durch Verbrennung des gleichzeitig entstehenden Kohlenoxyds erhält man jedoch 204,6 cal, also eine größere Wärmemenge. Wenn diese beiden Energiemengen auch nicht unmittelbar miteinander verglichen werden können, so ersieht man hieraus doch, daß durch die Verwertung des Kohlenoxyds die Herstellungskosten beträchtlich vermindert werden können. Ein weiteres günstiges Moment ist, daß die Reaktion

durch Wasserstoff und durch Eisen derart beschleunigt wird, daß durch Kombination dieser beiden beschleunigenden Stoffe die Reaktionstemperatur bis auf 1500° C. erniedrigt werden kann. Da nun in der Praxis nicht reines Aluminiumoxyd, sondern das Mineral Bauxit als Ausgangsmaterial dient, das stets eisenhaltig ist, so ist das nötige katalytisch wirksame Eisen bereits im Ausgangsmaterial enthalten. Die Konstruktion eines geeigneten Ofens zur Ausführung der Reaktion bereitete zuerst große Schwierigkeiten, namentlich die Auffindung einer genügend feuerfesten Masse zur Auskleidung des Ofens. Diese Masse mußte nämlich eine Temperatur von 1900° C. aushalten, ohne zu erweichen, und ferner auch bei dieser hohen Temperatur die Elektrizität schlecht leiten. Es zeigte sich schließlich, daß das Nitrid selbst hierzu am besten geeignet ist, da es diese beiden Eigenschaften in hohem Maße besitzt. Mit Hilfe dieses Materials wurde ein rotierender Ofen gebaut, der den in der Zementindustrie gebräuchlichen Drehrohröfen ähnlich ist. Er besteht aus zwei drehbaren, übereinander angebrachten Zylindern, die im entgegengesetzten Sinne leicht geneigt sind und mit einem Ende in eine feststehende Kammer münden. Der Bauxit wird in die obere Öffnung des ersten Zylinders eingefüllt und rutscht allmählich durch diesen hindurch in die feststehende Kammer, wo er mit der Kohle gemischt wird. Das Gemisch gelangt dann in den unteren Zylinder, in den der elektrische Ofen eingebaut ist und in den der Stickstoff im Gegenstrom eingeleitet wird. Das entweichende Kohlenoxyd wird an der Basis des oberen Zylinders mit Luft verbrannt und die heißen Verbrennungsgase werden durch den oberen Zylinder geleitet, wo sie den Bauxit vorwärmen und ihn calcinieren. Über die elektrische Einrichtung des Ofens sowie über eine weitere Verbesserung seiner Konstruktion macht der Verfasser schließlich auf Grund einer Besichtigung der Versuchsanlage in einer Aluminiumfabrik noch einige kurze Angaben. S.

## Zeitschriftenschau.

**Annalen der Physik, Heft 6, 1915. (Röntgen-Heft.)**

*Über das Spektrum der Röntgenstrahlung;* von A. Sommerfeld. Es wird eine von H. A. Lorentz aufgeworfene Frage, ob es möglich sei, aus den Tatsachen der Sekundärstrahlung auf die primäre Form der Röntgenimpulse zu schließen, verneint. Ein einseitiger Impuls unterscheidet sich von einem zweiseitigen nur in dem langwelligen Teil seines Spektrums und wird durch Absorption desselben in die zweiseitige Form übergeführt. Ausführung eines Beispiels für diesen Umwandlungsvorgang.

*Zur Theorie der Strahlung;* von W. Wien. Da durch die Strahlung Elektronen ausgelöst, andererseits durch Elektronen Strahlungen erzeugt werden, so kann man sich einen Gleichgewichtszustand zwischen Strahlung und Elektronen denken. Nimmt man für die lebendige Kraft der Elektronen die Einsteinsche Beziehung  $m/2 \cdot v^2 = h \nu$  ( $h$  Plancksche Strahlungskonstante,  $\nu$  Schwingungszahl) und setzt diese in die Funktion des Maxwell'schen Verteilungsgesetzes, so erhält man das von mir aufgestellte Strahlungsgesetz, wenn man annimmt, daß die Energie des Atoms in bestimmter Weise durch auftreffende Elektronen vermehrt wird, aber nach dem Stokesschen Gesetz für eine Schwingungszahl  $\nu$  nur von jenen Elektronen, die Schwingungszahlen  $> \nu$  erregen. Um zu den Planckschen Verallgemeinerungen zu gelangen, muß man außer dem einfachen  $h\nu$  noch ganze Vielfache dieser Größe hinzunehmen.

*Über die Dispersion der elektrischen Doppelbrechung;* von Nicolaus Lyon. Es wurde die Kernkonstante von  $\text{CS}_2$  für 10 verschiedene, angenähert



gleichmäßig über das Spektrum verteilte Wellenlängen bestimmt. Durch relative Messungen wurden für eine Reihe von Substanzen, sowohl solche mit positiver wie mit negativer Kernkonstante, die entsprechenden Werte ermittelt und mit den nach der Havelockschen Formel berechneten verglichen. Bei Substanzen mit großer elektrischer Doppelbrechung und großer optischer Dispersion zeigte sich eine gute Übereinstimmung, sonst nur mäßige.

*Zerstreuung von Röntgenstrahlen;* von P. Debye. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Atome aufgebaut sind aus positiven Kernen und Elektronenringen, deren Durchmesser von der Größenordnung  $10^{-8}$  cm ist. Deshalb mag man erwarten, daß die durch Röntgenstrahlen erzeugte Sekundärstrahlung Interferenzen zeigt. Dieselben werden in ihrem räumlichen Verlauf und ihrer Abhängigkeit von der erregenden Wellenlänge genauer diskutiert und mit den von Friedrich an amorphen Körpern entdeckten Beugungserscheinungen in Zusammenhang gebracht.

*Eine gefahrlose metallische Röntgenröhre;* von L. Zehnder. Zehnder beschreibt eine gefahrlose metallische Röntgenröhre: ein Hochspannungsisolator isoliert die Kathode vom anodischen Metallgehäuse mit der Antikathode. Die Röntgenstrahlen treten nur im gewünschten Bereich als abgegrenztes Bündel aus, so daß für die Ärzte die gefahrlosen „vagabundierenden“ Röntgenstrahlen beseitigt werden. Den Wirkungsgrad glaubt Verfasser mindestens verzehnfacht zu haben; der Härtegrad der Röhre und die ihr zuzumutende Intensität können voraussichtlich gegen früher ganz erheblich gesteigert werden.

*Über die Abhängigkeit des Ausdehnungskoeffizienten fester Körper von der Temperatur;* von S. Valentiner und J. Wallot. Es wurden die mittleren Ausdehnungskoeffizienten von Platin, Iridium, Rhodium, Flußspat, Pyrit, Silizium, Quarzglas und Invar in engen Temperaturbereichen zwischen Zimmertemperatur und der Temperatur der flüssigen Luft gemessen. Die Temperaturabhängigkeit des aus den Messungen abgeleiteten wahren Ausdehnungskoeffizienten von Platin, Iridium, Rhodium, Flußspat und Pyrit wurde mit der der Atomwärme verglichen, unter Bezugnahme auf die Nernst-Lindemannsche Formel für die Atomwärme. Silizium hat unterhalb  $-158^{\circ}$  einen negativen Ausdehnungskoeffizienten.

*Spektraluntersuchungen von Röntgenstrahlen;* von Ernst Wagner. Die Absorptionsspektren von 9 Metallfolien für Röntgenstrahlen werden photographisch aufgenommen. Die K-Serie zeigt eine starke, die L-Serie zwei schwache Absorptionsbanden mit scharfen Bandkanten. Das Stokessche Fluoreszenzgesetz läßt hierauf eine quantitative Anwendung zu.

### Meteorologische Zeitschrift, 1915, Heft 3.

*Über die thermische Struktur des Windes;* von E. Barkow. Der Wind hat außer der bekannten mechanischen Struktur (Schwankungen von Windgeschwindigkeit und Windrichtung) auch eine thermische, die durch ein sehr empfindliches Thermoelement mit geeigneter photographischer Registriervorrichtung aufgezeichnet wird. Die Größe der schnellen Temperaturschwankungen beträgt bis über ein Grad Celsius in wenigen Sekunden. Ihre Entstehung verdanken sie den adiabatisch erfolgenden vertikalen Luftströmen. Die Größe dieser „Luftwirbel“, der Turbulenzelemente, ergibt sich im Mittel zu etwa  $40-50$  m. Die Methode ist auch für die Untersuchung der Turbulenz höherer Luftschichten, die für unsere Flieger von großem praktischen Wert ist, anwendbar.

*Die norwegische Hütte;* von N. J. Føyn. Die norwegische Hütte (Thermometerbeschränkung) ist im Jahre 1895 mit der alten Stevenson-Hütte als wesentlichem Muster konstruiert. Der hauptsächlichste Unterschied gegen „die englische Hütte“ und andere Thermo-

meteraufstellungen liegt in den nicht zusammenstoßenden Jalousiebrettchen der Wände, wodurch während Windstille eine Selbstventilation der Hütte stattfindet. Beim Vergleiche mit dem Aßmannschen Aspirations-thermometer März 1911 bis April 1913 erwies sich, daß die in Bergen benutzte Hütte, die einem Thermographen und einem Hydrographen sowie Quecksilberthermometern und Extremthermometern Raum gibt, im Winterhalbjahr ziemlich genau die wahre Lufttemperatur anzeigt, während im Sommer die Temperatur der Hütte bei der Mittagsbeobachtung und zum Teil bei der Morgenbeobachtung um zwei bis drei Zehntel zu hoch ausfällt. Im Jahresdurchschnitt gibt die Hütte die Lufttemperatur um  $0,09^{\circ}$  zu hoch an.

*Die „atmosphärische“ Sonnencorona und ihre jährliche Veränderung;* von J. Maurer. Seit langem ist es durch die Beobachtung festgestellt, daß wir auch bei völlig heiterem Himmel die Sonne fast immer von einem kreisförmigen weißlichen Schein — einer Art Corona — umgeben sehen, dessen Durchmesser und Intensität allerdings sehr verschieden sein können. In den letzten Jahren ist diesem zirkumsolaren Schein in der Schweiz besondere Aufmerksamkeit geschenkt worden und zwar in Höhenlagen von 900 bis 3000 m. In den jüngsten 3 Jahren (1912—1914) fanden sich im ganzen nur 2 Tage (5. und 8. August 1914), wo dieser Dunstschein um die Sonne gänzlich unsichtbar und gleichzeitig auch der Sonnenrand völlig coronafrei, d. h. — dem freien Auge — tadellos scharf erschien. Der Zusammenhang dieser atmosphärischen Corona mit dem Auftreten des ersten Purpurlichts wird ebenfalls festgestellt, in den sehr klaren und günstigen Tagen zu Anfang September 1914. Der weißliche solare Schein zeigt sich auch im Winter auf den alpinen Höhen, selbst inmitten der typischen Antizyklone mit tiefblauem Himmel.

### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. April 1915.

*Über die Temperaturabhängigkeit des Potentialsprungs Metall-Vakuum* von W. Schottky. Ausgehend von einer von O. W. Richardson gegebenen Beziehung für den Temperaturkoeffizienten der Austrittsarbeit der Elektronen, die sich als unrichtig erweist, wird die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der potentiellen Energieänderung der freien Elektronen beim Austritt aus dem Metall und der Clausius-Clapeyronschen Verdampfungswärme der Elektronen aufgeworfen. Unter den einfachsten Voraussetzungen wird gezeigt, daß der Unterschied zwischen beiden Größen hauptsächlich auf zwei Glieder zurückzuführen ist: 1. die Dissoziationswärme der gebundenen Elektronen (oder ein Glied, das von der Konzentration der freien Elektronen innerhalb des Metalls abhängt) und 2. die Änderung der Eigenenergie des Metalls beim Austritt eines Elektrons. Dieses 2. Glied bedingt eine Abhängigkeit der Austrittsarbeit oder des „Potentialsprunges Metall-Vakuum“ von der Temperatur.

*Über die Energieschwankung im Gase;* von Koloman Széll. Der Verfasser berechnet die zwei Teile der Energieschwankung im Gase für ein kleines Teilvolumen auf Grund des Boltzmannschen Prinzips ( $S = k \log W$ ): 1. die Wärmeschwankung ( $\epsilon_W$ ), 2. die Dichtungsschwankung ( $\epsilon_D$ ), welche durch die Molekülschwankung hervorgerufen wird. Im zweiten Teil der Abhandlung werden die Bestandteile der Energieschwankung mit Hilfe der kinetischen Gastheorie bestimmt. Für das mittlere relative Energieschwankungsquadrat ergibt sich

$$\epsilon_E^2 = \epsilon_W^2 + \epsilon_D^2 = \frac{2}{n_1 q} + \frac{1}{n_1},$$

wo  $n_1$  die Anzahl der Molekeln des kleinen Teilvolumens (Teilvolumen sehr klein gegen das Restvolumen),  $q$  die Anzahl der Translations- und Rotationsfreiheitsgrade bedeutet.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 21.

21. Mai 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Über Spritz- und Schleudermechanismen der Pflanzen. Von Prof. Dr. Hermann von Guttenberg, Berlin-Dahlem. S. 261.

### Besprechungen:

Brehms Tierleben. Band III, Fische. Von R. v. Hanstein. S. 267.

Wasmann, E., Das Gesellschaftsleben der Ameisen. Von R. v. Hanstein S. 268.

Physikalische Mitteilungen. S. 270.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

## Trauma und Psychose

mit besonderer Berücksichtigung  
der Unfallbegutachtung

Von

**Professor Dr. Hans Berger**

Oberarzt der psychiatrischen Universitätsklinik zu Jena

Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 6.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

## Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

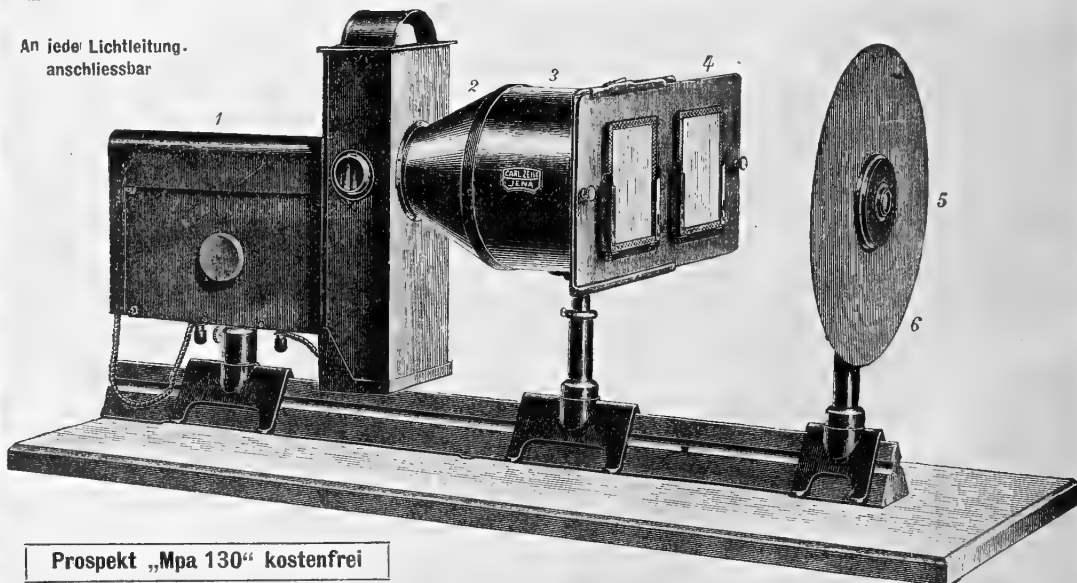
Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung.  
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

# ZEISS

## KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT FÜR DIAPOSITIVE

An jede Lichtleitung.  
anschliessbar



Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

### CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · Mailand · Wien · Buenos Aires.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

# Einführung in die Mikroskopie

Von

**Professor Dr. P. Mayer**

in Jena

Mit 28 Textfiguren. — In Leinwand gebunden Preis M. 4,80

### Inhaltsverzeichnis:

#### Einleitung.

1. Handhabung des Mikroskopes.
2. Anfertigung und Beobachtung einiger einfacher Präparate.
3. Anfertigung schwierigerer Präparate.
4. Fertigmachen der mikroskopischen Präparate.
5. Fixieren und Härten der Objekte.
6. Schneiden der Objekte und Weiterbehandlung der Schnitte.
7. Färben der Objekte.

8. Schleifen, Entkalken, Bleichen und Mazerieren der Objekte.
9. Beobachtung lebender Wesen mit dem Mikroskope.
10. Zeichnen und Messen der Objekte.
11. Alphabetisches Verzeichnis der Farbstoffe und anderen Reagenzien, sowie der Geräte für die praktischen Übungen.
12. Verzeichnis des Materiales an Tieren, Pflanzen und anorganischen Gebilden zu den Übungen.

Register.

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

21. Mai 1915.

Heft 21.

## Über Spritz- und Schleudermechanismen der Pflanzen.

Von Dr. Hermann von Guttenberg, Dahlem,  
Professor a. d. Universität Berlin.

Unter den vielerlei Einrichtungen, deren sich die Pflanzen zur Verbreitung ihrer Samen und Sporen bedienen, gibt es eine Gruppe, welche für den Physiologen von besonderem Interesse ist, nämlich die Spritz- und Schleudermechanismen lebender Pflanzenteile. Allen diesen Einrichtungen ist gemeinsam, daß die zur Ausschleuderung der Samen und Sporen nötige Energie von *lebenden* Zellen oder Geweben geliefert wird. Dadurch unterscheiden sie sich von jenen zahlreichen Fällen, in welchen der Schleudervorgang durch *tote* Gewebe bewirkt wird.

Für diese letztgenannten Mechanismen kommen in der Mehrzahl der Fälle als Energiequelle Schrumpfung und Quellung der Zellmembranen in Betracht, welche zu bedeutenden Spannungen führen können, bei deren Ausgleich es zur Abschleuderung der Samen kommt. So besitzen zum Beispiel die austrocknenden Hülsen einer Bohne zufolge des Baues ihrer Membranen das Bestreben, ihre Hälften schraubig einzurollen. Da diese aber miteinander verwachsen sind, kann die Bewegung erst erfolgen, sobald die Spannungen so weit gediehen sind, daß das die Hälften verbindende Gewebe gesprengt wird. Die darauf erfolgende sofortige Einrollung der Fruchtklappen schleudert die an ihnen sitzenden Samen mit großer Gewalt ab.

In einigen anderen Fällen kommen Spannungen in toten Zellen dadurch zustande, daß deren Füllwasser allmählich verdampft. Da das Wasser an den Zellwänden mit großer Kraft adhärirt und auch infolge seiner *Kohäsion* einer Zerreißung energischen Widerstand entgegensetzt, werden die Zellwände entsprechend der Abnahme des Wasservolumens einander genähert oder eingestülpt und dadurch so lange gespannt, bis ihr Widerstand die Kohäsionskraft des Wassers übertrifft. In diesem Momente reißt das Wassertröpfchen, welches die Zelle erfüllt, entzwei, die Zellwände nehmen plötzlich ihre ursprüngliche Gestalt wieder an und veranlassen dadurch eine rasche, kräftige Bewegung des betreffenden Pflanzenteils. Auf diese Weise erfolgt zum Beispiel die Entleerung der Sporen aus den Sporangien der Farne.

Die Schleuderbewegungen toter Pflanzenteile werden also teils durch Quellungsenergie (hygroskopische Mechanismen), teils durch Kohäsionsenergie (Kohäsionsmechanismen) bewirkt. Für

lebende Pflanzenzellen kommt letztere nicht in Betracht, doch kann auch bei ihnen Quellungsenergie eine Rolle spielen, insofern, als die Wände lebender Pflanzenzellen nicht selten verschleimen und dann bei entsprechender Wasserzufuhr zu beträchtlicher Quellung befähigt sind. Der lebenden Pflanze stehen aber noch weitere wichtige Energiequellen zur Verfügung, vor allem die *Turgorenergie*, dann auch die *Wachstumsenergie*. Unter letzterer ist jene Ausscheidungsenergie zu verstehen, welche bewirkt, daß beim Flächenwachstum der Zellhaut zwischen die vorhandenen kleinsten Membranteilchen neue eingeschaltet werden. Dieses aktive Membranwachstum durch Einlagerung neuer Teilchen — Intussuszeption genannt — erfolgt trotz des hohen Widerstandes, welchen die schon vorhandenen Wandteilchen infolge ihrer Kohäsion einer Entfernung voneinander entgegensetzen. Die Wachstumsenergie erreicht also sicher beträchtliche Werte.

Viel genauer sind wir über die Leistungen der *Turgorenergie* unterrichtet. Alle lebenden Pflanzenzellen befinden sich in einem Spannungszustand, der als Turgor bezeichnet wird. Wollen wir uns über dessen Zustandekommen Klarheit verschaffen, so müssen wir etwas weiter ausholen. Im Innern der von einer elastischen Zellulosehaut umschlossenen Zelle befindet sich, der Wand angeschmiegt, ein Plasmakörper, der selbst wieder ein oder mehrere Vakuolen mit Zellsaft einschließt. Dieser ist eine wässrige Lösung sehr verschiedener Stoffe, unter welchen besonders Zuckerarten, organische Säuren und deren Salze sowie viele anorganische Verbindungen zu nennen wären. Wir müssen uns jetzt zunächst mit einer wichtigen Eigenschaft solcher Lösungen bekannt machen. Überschichten wir zum Beispiel eine Rohrzuckerlösung in einem Standgefäße vorsichtig mit Wasser, so wird, obwohl die Substanzen anfänglich unvermischt übereinander lagerten, nach einiger Zeit völlige Mischung eingetreten sein, ein Vorgang, den wir als *Diffusion* bezeichnen. Wir können uns diese mit der Annahme erklären, daß sowohl die Zucker- als auch die Wassermoleküle nach jenen Orten wandern, wo sie sich in geringster Konzentration befinden, also einerseits die Zuckermoleküle ins Wasser, anderseits die Wassermoleküle in die Zuckerlösung. Schalten wir zwischen die beiden Flüssigkeiten eine durchlässige Haut, also etwa ein Stück Pergamentpapier oder Schweinsblase ein, so wird der Diffusionsprozeß, den wir dann als *Osmose* bezeichnen, nicht gehindert werden. Bei geeigneter Versuchsanstellung erkennen wir

aber, daß jetzt das Wasser rascher in die Zuckerlösung diosmiert als diese in das Wasser. Verwenden wir zum Versuche etwa ein U-förmig gebogenes Rohr, an dessen Biegungsstelle sich eine poröse Scheidewand befindet, und bringen wir in den einen Schenkel die Zuckerlösung, in den anderen das Wasser, so sehen wir, daß die Flüssigkeitsmenge im zuckerhaltigen Teil zunimmt. Die Wassermoleküle passieren die Scheidewand also rascher als die Zuckermoleküle. Daß andererseits auch diese nach und nach die Membran durchdringen, erkennen wir daran, daß schließlich die Flüssigkeit in beiden Schenkeln gleich hoch steht.

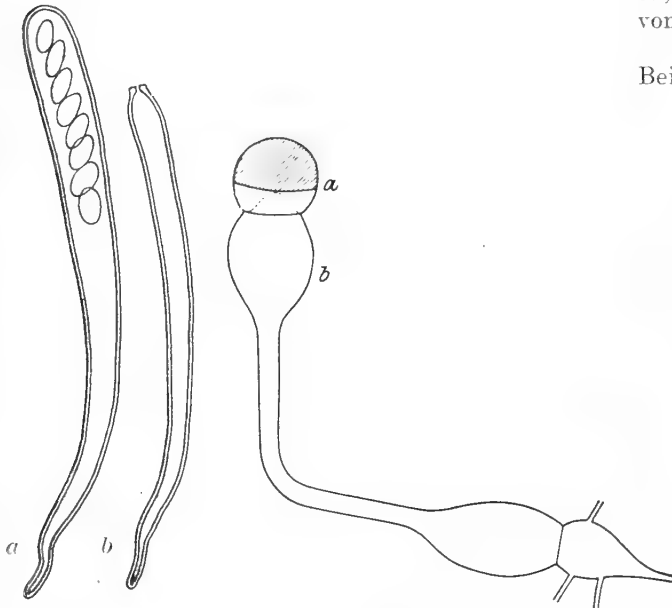


Fig. 1.

Asci von *Peziza Sclerotiorum*,  
a) reif, vor der Ausschleuderung,  
b) nach erfolgter Ejakulation. Vergr. ca. 400. (Nach De Bary.)

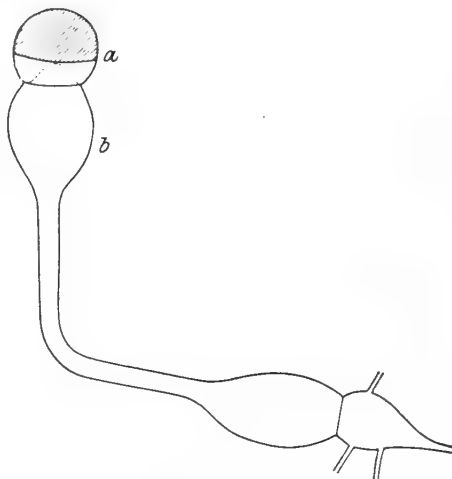


Fig. 2. Sporangienträger von *Pilobolus crystallinus*. a = Sporangium, der schraffierte Teil in der Natur schwarz, der untere Teil bei der Abschleuderung verquellend. b = blasiger Teil des Trägers, welcher sich in das Sporangium verwölbt (gestrichelte Linie) und schließlich an dieser Stelle platzt. Vergr. 20. (Vereinfacht nach Zopf.)

es kommt in dieser, da die Zuckermoleküle nicht auswandern können, zu einer Vermehrung der Flüssigkeit, welche langsam im Rohre ansteigt. Verbinden wir dieses mit einem Quecksilber-Manometer, so finden wir, daß auch das Quecksilber gehoben wird, und zwar so lange, bis der Druck desselben ebenso groß wird wie der Druck der Flüssigkeit, den wir als *osmotischen Druck* bezeichnen. Auf diese Weise können wir den osmotischen Druck direkt messen, der ein sehr beträchtlicher ist und mit der Konzentration der Flüssigkeit steigt. Schon eine einprozentige Rohrzuckerlösung ist nach Pfeffer imstande, 52,4 cm Quecksilber zu heben, was einem Drucke von 0,69 Atmosphären entspricht.

Kehren wir jetzt zur lebenden Zelle zurück! Bei dieser liegen die Verhältnisse im Prinzip

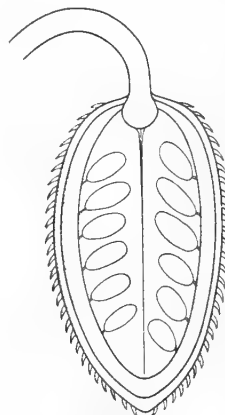


Fig. 3. Längsschnitt durch eine noch nicht ganz reife Frucht von *Ecballium Elaterium*. Natürl. Größe.

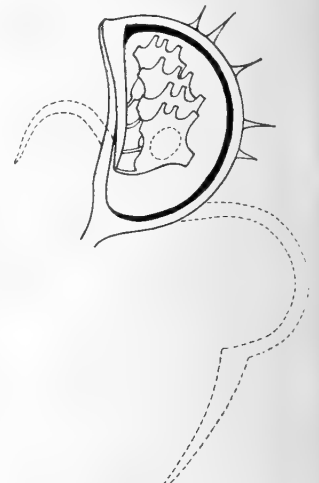


Fig. 4. Längsschnitt durch die Frucht von *Cyclanthera exfolens*. Die gestrichelten Linien geben die Form der aufgesprungenen Frucht an. Das Schwellgewebe ist schwarz gehalten. Natürl. Größe.

Es gibt aber auch Membranen, die wohl für Wasser, dagegen nicht für gelöste Stoffe durchlässig sind und die wir als *semipermeabel* bezeichnen. Hätten wir in unserem Versuche eine solche verwendet, so würde wohl das Wasser in die Zuckerlösung gewandert sein, eine entgegengesetzte Wanderung von Molekülen hätte aber nicht stattgefunden. Wollen wir nun die Energie messen, mit welcher in einem solchen Falle das Eindringen der Wassermoleküle in die Zuckerlösung erfolgt, so verfahren wir nach dem Vorgang Pfeffers am besten derart, daß wir die Zuckerlösung in eine Tonzelle bringen, welche mit einer semipermeablen Haut (Ferrocyankupfer-Niederschlagsmembran) ausgekleidet ist. Durch die obere Wand der sonst allseits verschlossenen Zelle führen wir ein Glasrohr ein und tauchen jetzt die ganze Zelle in Wasser. Nunmehr diosmiert das Wasser in die Zelle und

ebenso wie bei der künstlichen Zelle. Die Zellulosemembran ist für Wasser und gelöste Stoffe durchlässig, für letztere allerdings langsamer; sie ist also der Tonzelle oder einer Pergamenthaut vergleichbar. Der Protoplasmabeleg der Zelle, und zwar die ihn begrenzenden sogenannten Plasmahäute besitzen die Eigenschaften einer semipermeablen Membran. Wird der Pflanzenzelle also Wasser zugeführt — und eine solche Wasserzufuhr findet im lebenden Pflanzenkörper stets statt —, so werden Wassermoleküle durch die Zellmembran und das Protoplasma in den Zellsaft einwandern, andererseits werden die darin gelösten Stoffe nicht austreten können. Es muß also auch in der Pflanzenzelle zu einem osmotischen Druck kommen, der die Zellwand spannt, und dieser wird hier als *Turgordruck* bezeichnet. Der Turgorzustand der Zellen ist für die Pflanzen ganz allgemein von größter Bedeutung,



denn er bewirkt die Festigkeit der krautigen Teile. Ferner bilden Turgorschwankungen vielfach das Mittel zur Ausführung von Bewegungen, und schließlich können, wie wir gleich hören werden, durch osmotischen Druck zahlreiche biologisch vorteilhafte Spritz- und Schleudervorgänge bewirkt werden.

Nachdem wir uns über die der lebenden Pflanze zur Herbeiführung von Spannungszuständen zur Verfügung stehenden Mittel kurz unterrichtet haben, können wir uns den Schleudermechanismen selbst zuwenden und wollen mit einem einfachen Falle beginnen. Es ist schon lange bekannt, daß in der großen Pilzgruppe der Ascomyceten zahlreiche Formen ihre Sporen ausspritzen. Diese Sporen treten in schlauchförmigen lebenden Zellen, Asci genannt, auf und sind zur Zeit ihrer Reife meist im oberen Teile des Ascus angesammelt (Fig. 1a). Zu dieser Zeit erfährt der Ascus eine bedeutende Verlängerung, oft bis auf das Doppelte seines ursprünglichen Ausmaßes. Schließlich reißt er an der Spitze ein, und die Sporen werden einige Zentimeter weit fortgeschleudert. Daß die Verlängerung des Ascus nicht durch aktives Wachstum, sondern durch einen in ihm herrschenden Druck hervorgerufen wird, ist schon daraus zu erkennen, daß sich seine Membran nach der Entleerung wieder auf das vor der Verlängerung herrschende Maß verkürzt (Fig. 1b). Die Zellwand befindet sich also im verlängerten Ascus in elastischer Spannung, welche nach den Angaben *De Barys*, *Zopfs* und u. a. durch Turgordruck veranlaßt wird. Wollen wir uns davon überzeugen, so brauchen wir nur einen reifen Ascus in eine Zucker- oder Salzlösung tauchen, deren Konzentration höher ist als die des Zellsaftes. Was dann eintreten muß, ist nach dem früher Ausgeführten klar. Ebenso, wie der pflanzliche Zellsaft, kurz gesagt, auf umgebendes Wasser saugend wirkt, so muß auch eine außerhalb der Zelle befindliche Lösung dem Zellsaft Wasser entziehen, wenn sie höher konzentriert ist wie dieser. Der Wasserentzug hat, wenn die Zelle durch Turgordruck elastisch gespannt ist, zur Folge, daß sich die Zelle verkürzt und daß schließlich, wenn die Zellwand entspannt ist, das Protoplasma sich von dieser abhebt, eine Erscheinung, die wir *Plasmolyse* nennen. Bei den Ascomyceten ist eine solche Verkürzung der Schläuche durch wasserentziehende Mittel leicht zu erreichen, es unterliegt also keinem Zweifel, daß die Verlängerung und Spannung durch Turgorkraft zustande kommt. Für eine Form (*Thelebolus stercoreus*) wurde allerdings von *Zuckal* angegeben, daß neben Turgorenergie auch Quellungsenergie in Betracht komme, da hier der Ascus eine größere Menge einer gummiartigen, stark quellbaren Masse enthält. Wie hoch der osmotische Druck in den Schläuchen ansteigt, ist nicht untersucht worden; dagegen sind noch manche interessante Einzelheiten des Vorganges

bekannt geworden. Erreicht der Turgordruck eine gewisse Höhe, so kann ihm die Membran nicht mehr widerstehen, sie platzt und kann sich nun, da an einer Stelle der Gegendruck fehlt, verkürzen, indem sie den Inhalt auspreßt. Das Aufspringen des Ascus erfolgt dabei niemals an beliebiger Stelle, sondern stets am Scheitel, und es lassen sich hier verschiedene Einrichtungen nachweisen, die eine bestimmte Öffnungsweise bedingen. So tritt manchmal als präformierte Rißstelle eine ringförmige zarte Membranzone auf und die Schläuche öffnen sich mit einer Kappe, oder es springt die apikale Partie als Deckel auf usw. Ferner ist dafür gesorgt, daß die Sporen in ihrer Gesamtheit ausgespritzt werden. Zu diesem Zwecke sind sie durch Schleimschubstanz miteinander zu Ketten oder Ballen verbunden, welche bei *Sordaria* überdies in der aufspringenden Spitze verankert werden.

Auch sonst kommen bei Pilzen Schleudereinrichtungen vor, so zum Beispiel beim sogenannten Fliegenschimmel (*Empusa Muscae*), einer häufigen Krankheit unserer Stubenfliege. Jedermann dürfte schon im Herbst die Beobachtung gemacht haben, daß tote, an Fenstern haftende Fliegen von einem Hofe weißen Pulvers umgeben sind. Dieses Pulver besteht aus den Sporen (Conidien) des in der Fliege parasitisch lebenden und diese tötenden Pilzes. Die Sporen sitzen einzeln am Ende schlauchförmiger Conidienträger, die auch hier durch Turgordruck gespannt werden und schließlich am Scheitel platzen, wobei die über der Öffnungsstelle befindliche Spore mit dem ausgespritzten Schlauchinhalt fortgerissen wird. Bei den Mist bewohnenden *Pilobolus*-Arten wird auf gleiche Weise ein großes, viele Sporen enthaltendes Sporangium abgeschossen, welches einem turgescent gespannten, im oberen Teile blasenförmig angeschwollenen Schlauche (Sporangienträger) aufsitzt (Fig. 2). Auch hier ist die Höhe des osmotischen Druckes noch nicht geprüft worden; daß sie recht beträchtlich sein muß, geht daraus hervor, daß die Sporangien bis 1 m weit fortgeschleudert werden. Das Freiwerden der Sporen aus dem Sporangium erfolgt derart, daß die aus dem Träger ausgepreßte Flüssigkeit die untere Wandhälfte des Sporangiums zur Verquellung bringt.

Bei den höheren Pflanzen dienen Schleudermechanismen der Verbreitung von Samen und Pollenkörnern. Allbekannt ist das Aufspringen der Früchte des Springkrautes (*Impatiens noli tangere*), doch wollen wir mit einem weniger bekannten Beispiel beginnen, da sich dieses nach meinen Untersuchungen in seiner Mechanik eng an das Verhalten der Ascomycetenschläuche anschließt. Die im südlichen Europa verbreitete Spritzgurke (*Ecballium Elaterium*) besitzt eine etwa an eine große Olive erinnernde, mit vielen Stacheln bedeckte Frucht, die an einem senkrecht aufgerichteten, im obersten Teile nach abwärts gewendeten Stiele hängt. Durchschneiden wir eine

noch nicht ganz reife Frucht, so sehen wir (Fig. 3), daß sie aus einer derben, außen grünen, innen weißen Wand besteht und innen ein wasserreiches Gewebe enthält, in welches bis zu 50 Samen in 6 Reihen angeordnet eingelagert sind. Ist die Frucht reif, so wird auf die leichteste Erschütterung hin der die Wand durchsetzende Fruchtsiel wie der Pfropfen aus einer Sektflasche ausgestoßen, und es spritzt aus der entstehenden Öffnung eine Flüssigkeit mitsamt den Samen mit großer Gewalt hervor. Die Samen können dabei bis zu 2 m hoch senkrecht in die Luft geschleudert werden. Die Mechanik des Vorganges war lange unklar. Ich überzeugte mich zunächst davon, daß die grünen Außenschichten der Wand dafür bedeutungslos sind. Schält man diese nämlich ab, so wird der ganze Mechanismus dadurch in keiner Weise beeinflusst. An diesem sind also nur die weißen Innenschichten der Wand und der Inhalt beteiligt. Erstere bestehen aus derben, sehr elastischen Zellen, die sich nach der Entleerung des Fruchtinhalts stark kontrahieren, also in der reifen Frucht sich in starker Zugspannung befinden. Diese Spannung kann nur durch einen Innendruck herbeigeführt werden, der wieder auf Quellung, Wachstum oder Turgor beruhen könnte. Die Möglichkeit einer Spannung durch Quellung des Fruchtinhalts scheidet aus, da sich kein quellbarer Körper in diesem nachweisen läßt. Auch Wachstumsenergie kommt nicht in Betracht, da in siedendes Wasser getauchte Früchte ihre Spannung sofort verlieren, was bei einer durch Wachstum verursachten Gewebespannung nicht möglich wäre. Dieser Versuch macht es gleichzeitig sehr wahrscheinlich, daß die Spannung auf osmotischen Druck zurückzuführen sei; denn jede Turgorspannung erlischt in dem Momente, in welchem das Protoplasma getötet wird, und zwar deshalb, weil dieses dann die Eigenschaft der Semipermeabilität verliert und die im Zellsaft gelösten Körper austreten läßt. Daß der Innendruck der Frucht tatsächlich ein osmotischer ist, läßt sich mit Hilfe der Plasmolyse einwandfrei beweisen. Werden ganze Früchte in hochprozentige Glycerin- oder Kalisalpeterlösungen gebracht und darin einige Zeit belassen, so sind sie schließlich ganz entspannt. Entfernt man jetzt den Fruchtsiel, so wird der Inhalt nicht mehr ausgespritzt, auch hat die ganze Frucht ebensostark an Länge und Breite abgenommen wie sonst nach der Ejakulation. Anatomisch betrachtet, sind es die stark wasserhaltigen Zellen des Fruchtfleisches, welche den Druck ausüben und sich bei der Plasmolyse bis zur Entspannung verkürzen. Dies geht einmal daraus hervor, daß der ausgespritzte Saft, der reichlich Zucker und ein Glukosid enthält, aus diesen Zellen stammt; ferner befinden sich diese tatsächlich im Zustande starker Spannung. Wollen wir nun feststellen, wie hoch der in den Zellen, beziehungsweise im Fruchttinnern herrschende Druck ist, so verfahren wir in folgender Weise: Wir setzen so lange immer höher konzen-

trierte Lösungen, etwa von Kalisalpeter zu, bis Plasmolyse eintritt; dann ist die Außenlösung um ein geringes konzentrierter als der Zellsaft. Da wir den osmotischen Druck, den die Außenlösung herbeizuführen vermag, mit Hilfe der früher beschriebenen Vorrichtung messen können, ist uns nunmehr auch der Druck des Zellsaftes bekannt: er muß annähernd ebenso groß sein wie jener. Auf diese Weise erfahren wir den osmotischen Druck, der in der verkürzten, *entspannten* Zelle herrscht. Wollen wir dagegen den Druck der *gespannten* Zelle kennen lernen, so müssen wir noch eine Umrechnung auf deren größeres Volumen vornehmen, da mit einer Volumenzunahme die Konzentration des Zellsaftes und die Höhe des Druckes sinkt. Auf diese Weise konnte ich ermitteln, daß im Inneren der Spritzgurke ein Druck von ca. 30 Atmosphären herrscht. Die Explosion wird dadurch ermöglicht, daß das Gewebe rings um den Fruchtsiel sich bei der Fruchtreife lockert und schließlich dem Innendrucke nicht mehr widerstehen kann. Ist die Öffnung entstanden, so kann sich die gespannte Wand zusammenziehen, indem sie den Fruchtinhalt auspreßt. Da die Zellen des Fruchtfleisches miteinander verwachsen sind, können sie nicht einzeln herausgestoßen werden; vielmehr platzen ihre zarten Wände unter dem starken Druck, ihr Inhalt wird ausgespritzt und dabei werden die Samen mitgerissen.

Der Spritzmechanismus von *Ecballium* steht unter den höheren Pflanzen isoliert da, dagegen sind mehrere Beispiele bekannt geworden, in welchen die Ausschleuderung der Samen durch Aufspringen der lebenden Frucht erfolgt. Zu diesen Fällen gehört das *Springkraut*. Hier rollen sich bei der Fruchtreife die 5 Klappen der Kapsel in ihrem unteren Teile nach innen ein und bewirken dadurch die Abschleuderung der lose an einer zentralen Plazenta haftenden Samen. Daß auch hier osmotischer Druck zu den Spannungen führt, geht ohne weiteres daraus hervor, daß nach den Untersuchungen von *Eichholz* Plasmolyse die Fruchtklappen entspannt. Das Aufspringen wird durch eine unter der äußeren Epidermis gelegene, mehrere Zelllagen breite *Schwellschicht* bewirkt, die sich in der geschlossenen Frucht in turgeszenten Druckspannung befindet. Durch das Ausdehnungsbestreben dieser Schichten werden schließlich die Fruchtklappen voneinander getrennt und uhrfederartig nach innen eingerollt. Der in der Schwellschicht herrschende Druck soll nach *Eichholz* 7,5 Atmosphären betragen. Verschiedene Arten der Gattung *Cardamine* und andere Cruciferen verhalten sich nach *Hildebrand* ganz ähnlich, nur liegt hier die Schwellschicht, die aus einer Reihe quergestreckter Zellen besteht, auf der Innenseite der beiden Schotenhälften, so daß die Einrollung nach außen erfolgt. Die mit den Klappen in loser Verbindung stehenden Samen werden bei der plötzlichen Bewegung fortgeschleudert.

Wesentlich komplizierter sind die Einrich-

tungen, welche die explosive Ausschleuderung der Samen bei einigen *Cyclanthera*-Arten, besonders bei *Cyclanthera explodens* verursachen. *Cyclanthera* gehört wie *Ecballium* zu den Kürbisgewächsen, besitzt aber im Gegensatz zu den meisten Vertretern dieser Familie nicht radiär gebaute Früchte. An diesen läßt sich eine dunkelgrüne mit Stacheln versehene Rückenseite und eine glatte gelbliche Bauchseite unterscheiden. Bei der Reife springt die Frucht derart auf, daß sich die Rückenwand nach rückwärts einrollt, während sich die Bauchwand lippenförmig nach außen wölbt (Fig. 4). Die 5 bis 9 Samen sitzen an den Rändern einer fleischigen Placenta, welche ursprünglich mit der Bauchwand verwachsen ist, sich in der reifen Frucht aber durch Zugrundegehen einiger Zellschichten von dieser löst und nun nur noch an der Fruchtspitze mit der Rückenwand in

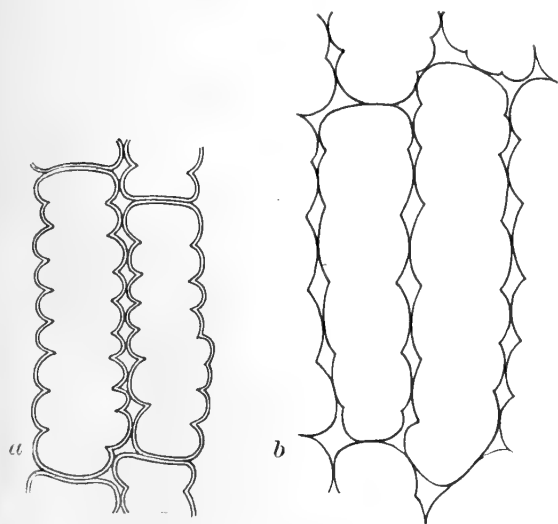


Fig. 5. Zellen aus dem Schwellgewebe von *Cyclanthera explodens*. a) im komprimierten, b) ausgedehnten Zustand. Vergr. 230.

fester Verbindung bleibt. Diese Wandpartie besitzt auf der Innenseite ein aus zahlreichen Zelllagen gebildetes Schwellgewebe, welches aus in der Längsrichtung der Frucht gestreckten, vielfach gekerbten Zellen besteht. In diesen herrscht nach meinen Untersuchungen ein durch hohen Zuckergehalt des Zellsaftes bedingter osmotischer Druck von 15 Atmosphären. Ist die Lockerung der Placenta genügend weit fortgeschritten, so genügt die geringste Erschütterung, um ein Aufplatzen der Frucht zu bewirken, das mit solcher Kraft erfolgt, daß die nach rückwärts geschnellte Placenta ihre Samen meterweit fortschleudert. In der geschlossenen Frucht dient der Schwellsschicht ein festes mechanisches Gewebe auf der Außenseite der Fruchtwand als Widerlager und verhindert ein Einreißen der in starker Zugspannung befindlichen Außenschichten. Die Zellen des Schwellgewebes sind infolge der hohen Elastizität ihrer Wände sowie durch ihre Einkerbung zu starker Ausdehnung befähigt (Fig. 5).

Bei einigen Arten der Gattung *Oxalis*, als deren bekanntester Vertreter der einheimische *Sauer- klee* (*Oxalis Acetosella*) genannt sei, werden die Samen nicht durch Fruchtklappen, sondern durch die Außenpartien der Samenschale ausgeworfen. Die Samen verbleiben nach der Öffnung der Kapsel-frucht zunächst in dieser und werden später einzeln durch folgenden Mechanismus abgeschossen. Der äußerste Teil der Samenschale wird durch eine aus mehreren Lagen lebender Zellen bestehende „Samenhaut“ gebildet, welche plötzlich am äußeren Rande platzt und sich in 2 Klappen zurückrollt. Diese Bewegung erfolgt zweifellos durch ein Ausdehnungsbestreben der inneren Zellagen; doch ist dieses hier nach *Zimmermann* nicht auf osmotische Kräfte zurückzuführen, da auch plasmolytierte und getötete Samenhäute sich zurückrollen. Die Ausdehnung der Innenschichten beruht vielmehr auf einer Verquellung der Zellwände.

Wir hätten nunmehr noch einige Einrichtungen, welche der Verbreitung des *Pollens* dienen, zu besprechen. Ein einfacher Fall liegt bei vielen *Urticaceen*, so auch bei unserer einheimischen Brennessel vor. Hier sind die fadenförmigen Filamente der Staubblätter in der geschlossenen Blüte bogenförmig nach innen gekrümmt, so daß die an ihren Enden befindlichen pollenhaltigen Antheren am Grunde der Blüte an den Fruchtknoten oder — in männlichen Blüten — aneinander stoßen. Die Filamente haben mit zunehmender Entwicklung ein wachsendes Bestreben sich gerade zu strecken, werden daran aber zunächst dadurch gehindert, daß die Antheren in der beschriebenen Weise gegeneinander oder gegen den Fruchtknoten drücken. Schließlich überwindet die Spannung diesen Widerstand, die Filamente strecken sich nach Art einer gebogenen Feder gerade und stäuben dabei den Pollen aus den geöffneten Antheren aus. Die Spannung resultiert aus der Verhinderung des Wachstums der konkaven Innenseiten der Filamente. Ob nur Turgorenenergie oder auch Wachstumsenergie der Membranen im Spiele ist, wurde bisher nicht näher untersucht. Dasselbe gilt für das Schleuderwerk, welches wir in den Blüten vieler *Schmetterlingsblütler* antreffen. Bei diesen sind die zahlreichen Staubblätter in dem aus zwei unterseits miteinander verwachsenen Blumenblättern gebildeten „Schiffchen“ eingeschlossen. Sie befinden sich hier in Spannung, da sie infolge ihres Wachstums das Bestreben haben, sich nach oben einzukrümmen, daran aber durch die Blätter des Schiffchens gehindert werden, das selbst wieder durch die seitlichen „Flügelblätter“ zusammengehalten wird. Werden diese Flügel durch leichten Druck etwas nach abwärts gebogen, so wird das Schiffchen frei und die Staubblätter springen aus diesem hervor, dabei ihren Pollen entleerend. Wurde das Herabdrücken der Flügel durch ein Insekt bewirkt, so wird dieses mit Pollen bestäubt.

Es sind noch zahlreiche andere Pollen-Schleudervorrichtungen bekannt geworden, von deren

Beschreibung ich absehen will, da auch bei ihnen über die Mechanik des Vorganges noch wenig bekannt ist. Vermutlich handelt es sich in den meisten Fällen um Spannungen durch Turgordruck. Ich will zum Schlusse nur noch die ungewein komplizierten Einrichtungen besprechen, die wir bei der Orchideengattung *Catasetum* vorfinden. Ihre genaue Beschreibung verdanken wir *Ch. Darwin*, der auch ihre Bedeutung für den Insektenbesuch klar erkannt hat. Über die Mechanik des Vorgangs will ich auf Grund eigener Untersuchungen berichten. In der Mitte einer männlichen *Catasetum*-Blüte, die im übrigen aus 3 Kelchblättern und 3 Blumenblättern besteht, von denen eines als Lippe (Labellum) besonders entwickelt ist, erhebt sich ein als *Säule* bezeichnetes Organ, welches in einer Höhlung

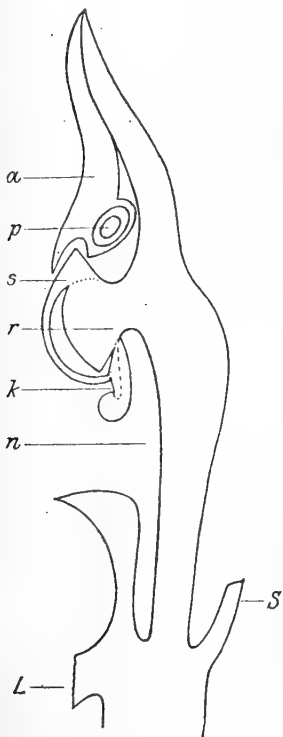


Fig. 6. Längsschnitt durch die Säule von *Catasetum fimbriatum*. *a* = Anthere, *p* = Pollinium, *s* = Stipes, *r* = Rostellum, *k* = Klebscheibe, *n* = Narbenhöhle. *L* = Labellum, *S* = medianes Kelchblatt, beide abgeschnitten. Vergr. 3.

die nicht empfängnisfähige Narbe enthält und an einem spitzen Fortsatz das einzige Staubblatt trägt. Ein Längsschnitt durch die Säule (Fig. 6) soll diese Verhältnisse veranschaulichen. Die Anthere enthält in zwei Fächern Pollenkörner, die in jedem Fache zu einer Gesamtmasse, einem sogenannten Pollinium verwachsen sind. Unterhalb der Anthere springt ein gekrümmter Teil der Säule, das *Rostellum* vor, dessen Außenschichten sich in der offenen Blüte von ihrer Unterlage lösen und ein eigenes Organ, das *Stielchen* (Stipes) bilden. Am unteren Ende des bogig gekrümmten Stipes findet sich ein der Narbenhöhle zugekehrter Lappen, welcher als *Klebscheibe* bezeichnet wird, da er an seiner Außenseite eine zähe Klebmasse trägt. Die Pollinien treten mit dem Stipes durch zarte elasti-

sche Füßchen in Verbindung, welche in der Abbildung nicht zu sehen sind, da diese einen fast medianen Schnitt darstellt und die Füßchen etwas seitlich aus einer Öffnung der Antherenwand hervortreten. Von den Rändern der Narbenhöhle springen zwei spitze hornartige Fortsätze, die sogenannten *Antennen* vor, welche für Berührungsreize empfindlich sind. Bei der leisesten Berührung derselben springt der Stipes vom Rostellum ab, so zwar, daß die Klebscheibe voran fliegt und die Pollinien aus der Anthere herausgerissen werden. Der ganze abgeschleuderte Teil — das Pollinarium — bleibt auf dem Gegenstande, der die Reizung bewirkte, mit der Klebscheibe haften. In der Natur wird die Berührung der Antennen durch große hummelartige Insekten bewirkt, welche die Blüte aufsuchen, da in deren Lippe zahlreiche Futterstoffe, wie Zucker, Stärke und fettes Öl, enthalten sind. Die Insekten beladen sich dabei mit den auf ihrem Rücken festklebenden Pollinarien und übertragen diese auf weibliche Blüten, an welchen sie die Pollinien abstreifen.

Wir wollen hier von den vielen Fragen, welche der ganze Apparat an den Beobachter stellt, nur jene beantworten, welche sich auf den Schleudermechanismus beziehen. Daß daran der Stipes aktiv beteiligt ist, wird sofort klar, wenn wir sehen, daß er nach der Abschleuderung gerade gestreckt ist. Seine seitlichen Ränder schlagen dabei an der Rückseite etwas zusammen. In der gebogenen Lage am Rostellum befindet er sich also offenbar in Spannung, die er solange nicht ausgleichen kann, als er und die Klebscheibe noch mit ihren Rändern mit dem Rostellum verbunden sind. Auf den Reiz hin muß eine Lösung dieses Verbandes eintreten, und zwar zunächst an der Klebscheibe, da diese vorausfliegt. Wie kommt nun die Spannung im Stipes zustande, handelt es sich zunächst um Zugspannung der Außenschichten, um Druckspannung der Innenschichten oder liegt beides vor? Die anatomische Untersuchung gibt darüber wenig Aufschluß. Sie zeigt nur, daß eine besonders an der Außenseite mächtig verdickte, recht eigentümlich gestaltete Epidermis vorhanden ist, unter welcher gleichfalls derbwandige, in der Längsrichtung des Stipes gestreckte Elemente in mehreren Lagen auftreten. Trennt man an einem gebogenen Stipes die Epidermis mit einem scharfen Messer ab, so krümmt sie sich sofort zurück, sie befindet sich also in Zugspannung und trachtet sich an der Außenseite zu verkürzen. Andererseits behalten die unteren Schichten am abgeschleuderten Stipes auch nach Entfernung der Epidermis ihre gerade gestreckte Form bei, sie müssen also im gebogenen Stipes zusammengepreßt gewesen sein und ein Ausdehnungsbestreben besessen haben. Nun ergibt sich die weitere Frage, ob für diese Spannungen Turgordruck oder Wachstum verantwortlich zu machen ist. Würde ersterer allein die Geradestreckung bewirken, so müßte Plasmolyse oder Abtötung der Zellen zu einer Entspannung führen,

der Stipes müßte weich werden und sich zurückkrümmen oder wenigstens einer solchen Bewegung keinen Widerstand entgegensetzen. Das trifft aber nicht zu, vielmehr bleibt auch der turgorlose Stipes steif und gerade. Am Zustandekommen der Spannung ist also zweifellos ein Intussusceptionswachstum in den Membranen der Innenschichten beteiligt. Andererseits wird die Spannung sicher noch durch Turgorkraft erhöht, denn ein im gebogenen Zustande am Rostellum plasmolysierter Stipes kann sich wohl noch gerade strecken, nicht aber mehr die Abschleuderung des ganzen Pollinariums bewirken. Die Innenschichten fungieren also anscheinend als Schwellgewebe. Eine genaue Bestimmung ihres osmotischen Druckes ist aus Gründen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, leider nicht möglich; doch ist dieser jedenfalls ein sehr beträchtlicher. Der Vollständigkeit halber sei noch kurz erwähnt, wie auf Grund der Berührung der Antennen die Lösung der Klebscheibe vor sich geht. Auch an diesem Vorgange sind osmotische Erscheinungen beteiligt, und zwar eine plötzliche Senkung des Turgors im Verbindungsgewebe zwischen Klebscheibe und Rostellum. Wie eine solche Zustände kommen kann, muß hier unerörtert bleiben, es sei nur darauf verwiesen, daß eine Turgorsenkung zur notwendigen Folge hat, daß sich die betreffenden, früher gespannten Zellen verkleinern, dabei abrunden und so voneinander lösen. Auf diese Weise wird die Festigkeit des Verbandes so weit gelockert, daß er dem Zuge des Stipes nicht mehr widerstehen kann und reißt. Daß eine Turgorsenkung im Verbindungsgewebe zur Abschleuderung des Pollinariums führt, konnte ich dadurch nachweisen, daß das Eintropfen einer plasmolysierenden Flüssigkeit in jenen Teil der Narbenhöhle, in welchen die Klebscheibe hineinragt, genügt, um den Schleudervorgang nach wenigen Sekunden auszulösen.

Aus den angeführten Beispielen ergibt sich, daß bei der großen Mehrzahl der vitalen Schleudermechanismen hoher Turgordruck als Energiequelle dient, daß daran aber auch Wachstums- und Quellungsvorgänge beteiligt sein können.

### Besprechungen.

**Brehms Tierleben.** Allgemeine Kunde des Tierreichs. Vierte, vollständig neubearbeitete Auflage, herausgegeben von Prof. Dr. Otto zur Strassen. III. Band, Die Fische. Unter Mitwirkung von V. Franz, neu bearbeitet von O. Steche. Leipzig u. Wien, Bibliographisches Institut, 1914. XXIV, 590 S. 172 Abbildungen im Text und 63 Tafeln. Preis M. 12.—

Der vorliegende Band von *Brehms Tierleben* umfaßt etwas mehr, als sein Titel erkennen läßt. Entsprechend dem Plan, der der ganzen neuen Auflage des Werkes zugrunde liegt und der den derzeit herrschenden Anschauungen über die phylogenetische Entwicklung der Tierwelt weitgehend Rechnung trägt, sind die Tunicaten mit den Wirbeltieren zu einem einheitlichen Tierkreis der Chordaten vereinigt, der sich in die drei Unterkreise der Tuni-

caten, Acranier und echten Wirbeltiere gliedert. Der Besprechung der Fische geht demnach eine kurze, die gemeinsamen Züge dieser drei Gruppen behandelnde Einleitung und je ein Abschnitt über die Manteltiere und die Acranier voraus.

Beide Tiergruppen liegen der Anschauung der meisten Leser fern, und es war daher eine reiche Illustrierung gerade für diese Abschnitte notwendig. Die Lebensweise bietet ja weder bei den festsitzenden Ascidien, noch bei den im Sande lebenden Branchiostomiden viel Stoff für den Darsteller. Bei den Tunicaten ist vor allem der Generationswechsel und die rückschreitende Metamorphose behandelt, auch die Reusenapparate der Appendicularien und die Bedeutung des Nannoplanktons für die Ernährung dieser Tiere, wie sie durch die Arbeiten *Lohmanns* bekannt geworden ist, haben Berücksichtigung gefunden. Bei den Lanzettfischen ist der anatomische Bau sowie die ersten Entwicklungsvorgänge ausführlicher besprochen, und es werden die Beziehungen zu den Tunicaten einerseits, zu den Wirbeltieren andererseits hervorgehoben.

Den weitaus größten Teil des Bandes nimmt aber naturgemäß die Klasse der Fische ein. Die allgemeine, den Bau der Wirbeltiere in seinen Hauptzügen charakterisierende Einleitung ist kurz; an Abbildungen sind ihr nur ein paar aus *Gurwitschs* „Atlas“ entnommene Bilder von drei verschiedenen Embryonen (Hai, Vogel, Mensch) beigegeben. Von den mit Recht als besondere Gruppe — sogar als besonderer Stamm — von den übrigen getrennten Rundmäulern sind beide Hauptfamilien kurz besprochen und in guten Abbildungen vorgeführt.

Bei der Behandlung der echten Fische machten sich, der früheren Auflage gegenüber, manche Umgestaltungen nötig. Hat sich doch gerade für diese Klasse der Wirbeltiere seitdem ungemein viel neuer Stoff angehäuft. Die weitere Durcharbeitung des von den verschiedenen Tiefsee-Expeditionen heimgebrachten Materials — manche dieser Expeditionen, wie z. B. die der Valdivia, der Siboga u. a., sind überhaupt erst nach Erscheinen der 3. Auflage von *Brehms* Tierleben unternommen worden — hat zahlreiche interessante neue Formen, namentlich aus größeren Meerestiefen, bekannt gemacht. Die systematischen Durchforschungen der Nord- und Ostsee durch die internationale Meeresforschung, die wachsende Zahl der am Meeresstrande und an den Binnengewässern eingerichteten Beobachtungsstationen, die im Interesse der Küsten- und Hochseefischerei und der rationellen Teichwirtschaft angestellten planmäßigen Versuche und Beobachtungen haben viel wichtiges Material für die Biologie, die Wanderungen, die Fortpflanzung und Entwicklung der Fische geliefert. Eine weitere Förderung erfuhr die Fischbiologie durch die zunehmende Liebhaberei für Aquarien. Erinnern wir noch an die wichtigen neueren Forschungen über die Sinneswahrnehmungen der Fische (Gehör, chemische Sinne) sowie über die mannigfaltigen Leuchtorgane, an *Grassis* Forschungen über die Fortpflanzung der Aale, an die von *Thilo* u. a. näher studierten Sperrvorrichtungen an den Flossenstacheln, und erwähnen wir endlich, daß auch die Systematik der Fische die in ihren Grundzügen seinerzeit von *Joh. Müller* vorgezeichneten Bahnen verlassen und neue Wege eingeschlagen hat, so ergibt sich, daß die Aufgabe, unter Berücksichtigung all dieser neuen, gerade für ein Werk, wie das hier vorliegende, besonders wichtigen Gesichtspunkte den



gesamten Stoff neu durchzuarbeiten, keine geringe war.

Bei der Notwendigkeit, die ganze Darstellung nicht zu umfangreich zu gestalten, bedurfte es allenthalben sorgfältig kritischer Auswahl, und es liegt in der Natur der Sache, daß eine solche stets etwas subjektiv bleibt. Wenn im folgenden ein paar Fragen kurz angedeutet werden, die vielleicht besser eine etwas eingehendere Behandlung gefunden hätten, so verschließt der Referent sich in keiner Weise der Erwägung, daß bei der nun einmal notwendigen Beschränkung das Urteil darüber, wo eine Kürzung am ersten zu erfolgen hat, verschieden ausfallen kann. So glaube ich, daß dem Leser der Unterschied zwischen den Band- und Ringmuskeln der Salpen nach den hier (S. 19) gemachten Angaben nicht ganz klar werden dürfte, ebenso hätte m. E. die Wirbeltheorie des Schädels (S. 26), wenn sie überhaupt erwähnt werden sollte, etwas näher erläutert werden müssen. Auch hätten vielleicht die Leuchtorgane und die eigenartigen Lebensbedingungen der Tiefseefische etwas ausführlicher behandelt werden können, da viele Leser gerade diesen Dingen besonderes Interesse entgegenbringen. Von mehr speziellen Beobachtungsergebnissen hätte die von *Thienemann* studierte Umbildung der im Laacher See eingeführten Coregonen etwas eingehendere Erwähnung finden können, da sie ein besonders lehrreiches Beispiel einer innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit erfolgten Umbildung von Artmerkmalen unter dem Einfluß veränderter Lebensbedingungen zeigt. Auf die Veränderung des Reusenapparats ist zwar S. 294 ganz kurz hingedeutet, es wäre aber vielleicht vielen Lesern von Interesse, an einem solchen Einzelfall einmal einen näheren Einblick in die Umwandlung der Arten zu erhalten.

Ein auch schon den früheren Bänden des „Tierlebens“ gegenüber ausgesprochenes Bedenken (vgl. Ref. in dieser Zeitschrift Bd. I, S. 268) bezieht sich auf die etwas reichliche Beigabe lateinischer Fachausdrücke in den anatomischen Abschnitten. Peribranchialhöhle, Atrialporus, dorsal, ventral, Conus und Bulbus arteriosus, Paläo- und Neencephalon u. dgl. m., sind für den Laien nicht nur entbehrliche Ausdrücke, sondern sie stören den Leser, dem sie nichts sagen. Es ist dies eine kleine, mehr äußerliche Ausstellung, die viele unserer gegenwärtig vorliegenden, für weitere Leserkreise bestimmten Werke trifft. Es sei hervorgehoben, daß in dem hier vorliegenden Band diese Fachausdrücke durchaus nicht in besonderer Häufung vorkommen, sie ließen sich aber m. E. ohne Schaden in einem solchen Buche ganz entbehren.

Ein anderer Wunsch, mehr grundsätzlicher Natur, wäre der, daß die der systematischen Einteilung der Fische zugrundeliegenden Erwägungen in einem der Einleitung angefügten kurzen Abschnitt dem Leser etwas besser verständlich gemacht würden. Es ist m. E. durchaus richtig, auch in populären Werken stets die neuesten Gesichtspunkte der Systematik im Auge zu behalten und nicht mit Rücksicht auf vielleicht leichtere Verständlichkeit veraltete Prinzipien festzuhalten. Aber der Leser soll doch erfahren, warum eine solche Änderung erfolgt ist. Wenn auch wissenschaftlich unhaltbar, so wird dem Laien die Einteilung in Stachel- und Weichflosser, in Kehl-, Brust- und Bauchflosser usw. verständlicher sein, als z. B. das von *Steche* angenommene System von *Goodrich*. Wenn nun statt der bloßen Übersicht über die Namen der Ordnungen und Unterordnungen

gen hier gleich erläutert wäre, welche Züge der Organisation bei dieser Einteilung in erster Linie Berücksichtigung gefunden haben, so wäre — auch wenn natürlich dem Laien ein Eindringen in alle Einzelheiten des Systems auf diese Weise nicht zu ermöglichen sein wird — doch ein Einblick in die Richtung ermöglicht, in der die heutige Systematik zu einer Erkenntnis der natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse zu kommen sucht.

Die Sprache ist durchweg fließend und klar verständlich, die neueren Zusätze und Abänderungen sind derart mit den beibehaltenen älteren Ausführungen verflochten, daß das ganze Buch sich liest, als wäre es in einem Guß geschrieben. Namentlich dort, wo der Bearbeiter sich auf eigene Anschauungen stützen kann — so z. B. bei der Schilderung der Korallenfische und ihrer Aufenthaltsorte —, ist die Darstellung von besonderer Lebendigkeit. Dadurch, daß bald durch ihre Form oder durch ihre Bewegungsweise, bald durch ihre Entwicklung, durch ihre Brutpflege, ihre Wanderungen, oder endlich durch ihren Nutzwert für den Menschen bemerkenswerte Arten miteinander wechseln, ist die Gefahr einer Monotonie der Darstellung vermieden, und der Leser erkennt unschwer, daß trotz der im ganzen gleichförmigen äußeren Lebensbedingungen doch auch die Fische sich in bezug auf ihre Lebensweise mannigfach unterscheiden.

Die sehr zahlreichen, teils dem Text eingefügten, teils auf besonderen Tafeln vereinigten Abbildungen, sind gut, zum großen Teil sehr gut. Von den Tafeln gefallen mir die schwarzen besser als die farbigen. Trotz aller Vervollkommnung des Farbdruckverfahrens gelingt die Wiedergabe der natürlichen Färbungen, namentlich bei im Wasser lebenden Tieren, noch nicht überall.

Zusammenfassend wird man zu dem Urteil kommen, daß der vorliegende Band eine recht gute, sorgfältig durchgearbeitete Übersicht über das behandelte Gebiet des Tierlebens gibt, und daß der Bearbeiter die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschungen während der letzten zwei Jahrzehnte gründlich gesichtet und ein nach Inhalt, Form und Ausstattung in gleicher Weise wohlgelungenes Werk geschaffen hat.

R. v. Hanstein, Dahlem.

**Wasmann, E., Das Gesellschaftsleben der Ameisen. Das Zusammenleben von Ameisen verschiedener Arten und von Ameisen und Termiten. 2. bedeutend vermehrte Auflage. 1. Band. Münster i. W., Aschendorff, 1915. 413 S. mit 7 Tafeln. Preis geb. M. 12,—.**

Es handelt sich in diesem Buch um die „soziale Symbiose“, das Zusammenleben von zwei oder mehreren Insektenarten, deren jede für sich schon gesellig lebt. Von einer zusammenfassenden Bearbeitung des gesamten Gebiets der Myrmekophilie hat der Verfasser, der durch seine jahrzehntelang fortgesetzten, sorgfältigen Beobachtungen einen so hervorragenden Anteil an dem Ausbau dieses interessanten Teils der Entomobiologie hat, mit Rücksicht auf den zu stark angewachsenen Umfang des Stoffes Abstand genommen. Schon in der hier gegebenen Beschränkung wird die Darstellung zwei Bände umfassen. Wenn das Buch als zweite Auflage bezeichnet wird, so trifft dies insofern zu, als die in dem vorliegenden ersten Bande vereinigten Kapitel zum größten Teil schon an anderer Stelle, wenn auch unter anderem Titel, veröffentlicht wurden. Der erste, umfangreichere Teil, der nahezu zwei Drittel des Bandes umfaßt, erschien im Jahre 1891; also vor nahezu

einem Vierteljahrhundert, unter dem Titel „Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen“, im gleichen Verlage; die im zweiten Abschnitt zusammengefaßten Abhandlungen sind in den Jahren 1901 und 1902 nacheinander unter dem Gesamttitel „Neues über die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen“ in der *Allgemeinen Zeitschrift für Entomologie* erschienen. Auch der zweite, in Vorbereitung befindliche Band wird in seiner ersten Hälfte eine Neuauflage der in den letzten zehn Jahren teils im *Biologischen Zentralblatt*, teils in anderen Zeitschriften veröffentlichten Beiträge *Wasmanns* zur Stammesgeschichte der sozialen Symbiose bringen, während der abschließende — im ganzen vierte — Teil des Buches eine zusammenfassende Übersicht des gegenwärtigen Standes unserer Tatsachenkenntnis über die soziale Symbiose bei den Ameisen sowie eine kritische Zusammenfassung der stammesgeschichtlichen Hypothesen auf diesem Gebiete nebst ausführlichem Literaturverzeichnis sein soll.

Es ist mit großer Freude zu begrüßen, daß *Wasmann* in diesem Buche die im Laufe mehrerer Jahrzehnte an verschiedenen Stellen mitgeteilten Ergebnisse seiner wichtigen, vielfach grundlegenden Beobachtungen und Studien in einer handlichen Sammlung zusammengefaßt hat. Von einer Verarbeitung des gesamten Materials zu einem einheitlichen Werk hat der Verfasser — wohl mit Rücksicht auf den hierdurch bedingten weit größeren Zeitaufwand — Abstand genommen. Die Neubearbeitung beschränkt sich im ersten Teil des vorliegenden Bandes auf eine Anzahl kurzer Zusätze oder Hinweise auf spätere Teile des Werkes, wie sie teils durch neue Beobachtungen, teils durch die seit dem Erscheinen der ersten Auflage (1891) in einzelnen Punkten veränderte Auffassung des Verfassers nötig wurden. Im Text selbst ist — abgesehen von einigen rein redaktionellen Änderungen, einigen durch die neuen Nomenklaturregeln bedingten Abänderungen der Artnamen u. dgl. — alles stehen geblieben, auch da, wo der Verfasser heute zu anderen Ergebnissen gelangt ist. Die Einschübe in diesem Teil, die zur bequemeren Übersicht für den, der die ältere Auflage kennt, durch eckige Klammern gekennzeichnet sind, sind so geringfügig, daß sogar die Seitenzahlen durchweg dieselben bleiben konnten. Dieser, wenn auch mehr äußerliche Umstand hat den immerhin nicht geringen Vorteil, daß alle auf die erste Auflage bezüglichen Zitate unverändert richtig bleiben.

Für den zweiten Teil, der eine Reihe in verschiedenen Nummern einer Zeitschrift veröffentlichte Beiträge zusammenfaßt, fiel ja diese Möglichkeit von vornherein weg. Hier sind die Änderungen auch umfangreicher, namentlich sind in einigen Abschnitten — so z. B. bei der sozialen Symbiose zwischen Ameisen und Termiten — Berichte über neuere Forschungsergebnisse mehrfach eingeschoben. Es sei nur an die Studien von *Escherich* auf Ceylon (1913) oder an die Beobachtungen von *Schmalz* in Brasilien (1903/4) erinnert, auch eigene neuere Beobachtungen des Verfassers haben an geeigneter Stelle ihre Veröffentlichung gefunden. Ein Kapitel, betreffend neue Beobachtungen über Sklavensjagen der europäischen Amazonenameise ist neu hinzugekommen. Statt der der ersten Auflage beigegebenen einen Tafel mit photographischen Aufnahmen sind deren fünf, durchweg neue, beigelegt.

Aus dem bisher Gesagten erhellt, daß der Inhalt dieses ersten Bandes in seinem Grundstock dem, der *Wasmanns* Arbeiten auf diesem Gebiet verfolgt hat, bereits bekannt ist. Nur für solche, die sich neu in

die Literatur einarbeiten wollen, sei kurz hervorgehoben, daß der erste umfangreichere Teil es neben den „zusammengesetzten Nestern“, d. h. den nebeneinander oder auch gelegentlich ineinander liegenden, aber nicht zu einem gemeinsamen Haushalt vereinigten Kolonien verschiedener Ameisenarten vor allem mit den „gemischten Kolonien“ zu tun hat, deren Bewohner gleichfalls mehreren — in der Regel zwei, gelegentlich aber auch mehr — verschiedenen Arten angehören, die aber einen gemeinsamen Haushalt führen. Zu den ersten gehören — von einigen mehr zufällig und gelegentlich zustande kommenden Beziehungen abgesehen — vor allem die „Diebs“- und „Gastameisen“; gemischte Kolonien sind namentlich die Kolonien der Sklavenshaltenden Arten, deren in verschiedenem Maß vorhandene Abhängigkeit von ihren Sklaven an einer Reihe verschiedener Beispiele geschildert wird.

Im zweiten Teil kommen, neben weiteren Beobachtungen über diese beiden Formen der sozialen Symbiose zwischen verschiedenen Ameisen, auch die bisher bekannten Fälle sozialer Beziehungen zwischen Ameisen und Termiten zur Sprache. Andere Kapitel behandeln Fragen der Benennung und Klassifikation dieser verschiedenen Formen des Zusammenlebens; am Schluß gibt *Wasmann* eine Übersicht über die Gesamtheit der Erscheinungen der Myrmekophilie und Termitophilie bei den Arthropoden. Beide Teile enthalten auch tierversychologische Abschnitte sowie Erörterungen über die mutmaßliche Entwicklung dieser sozialen Symbiosen.

Wenn man einerseits bedauern wird, daß der Verfasser das reiche in diesem und dem zu erwartenden zweiten Bande niedergelegte Beobachtungsmaterial nicht zu einer einheitlichen Darstellung umgearbeitet hat, so ist andererseits auch nicht zu verkennen, daß es einen eigenen Reiz gewährt, die allmähliche Entwicklung dieses interessanten Zweiges der Ameisenkunde, „ein Stückchen Zeitgeschichte der modernen Biologie“, wie der Verfasser im Vorwort sagt, zu verfolgen. So z. B. die allmähliche Klärung der Ansichten des Verfassers in der Frage nach der Entstehung und Entwicklung der „Sklaverei“ bei den Ameisen von der im Prinzip zu einer descentenztheoretischen Auffassung hinneigenden, aber im ganzen noch skeptischen Darstellung im ersten, zu der schon bestimmteren Stellungnahme im zweiten Abschnitt, die aber auch schon durch Anmerkungen und kurze Hinweise auf die weitere — dem Kenner der späteren *Wasmannschen* Schriften ja bekannte — Fortentwicklung seiner Theorie aufmerksam macht, die die Sklaverei der verschiedenen in Betracht kommenden Arten polyphyletisch aus ursprünglichen Adoptionskolonien hervorgegangen denkt.

Dagegen ist *Wasmanns* Standpunkt auf tierversychologischem Gebiet bekanntlich auch heute noch derselbe, den er in diesen schon älteren Veröffentlichungen zum Ausdruck bringt. Intelligenz spricht der Verfasser nicht nur den Ameisen, sondern allen Lebewesen, mit Ausnahme des Menschen, ab und bezeichnet alles, was am Ameisenleben von andern Beobachtern als Intelligenz gedeutet wurde, als Instinkt, den er aber — im Gegensatz zu *Bethe* u. a. — nicht als einen reinen Reflexautomatismus auffaßt, sondern dem er ein „sinnliches Gedächtnis“, ein „sinnliches Erkenntnis- und Strebevermögen“ zuerkennt. Bei diesen Erörterungen verläßt der Verfasser zuweilen den sonst seinen Schriften eigenen streng sachlichen Ton und seine Darstellung gewinnt eine polemische Schärfe.

Der Verfasser spricht am Ende seines Vorwortes

zur zweiten Auflage den Wunsch aus, daß sein Buch nicht nur in fachwissenschaftlichen, sondern auch in weiteren Kreisen viele Leser finden möge. Diesem Wunsche wird man sich nur anschließen können. Ganz gleichgültig, wie man sich zu der Frage „Instinkt oder Intelligenz“ stellt, bietet das Buch in allen seinen Teilen eine so reiche Fülle belehrender Tatsachen und die Darstellung ist so klar und verständlich, daß die Schrift zweifellos auch vielen Laien einen sehr anziehenden und anregenden Lesestoff bietet. — Es sei noch bemerkt, daß *Wasmann* außer seinen eigenen Beobachtungen überall auch die anderer, bekannter Myrmekologen, wie *Forcl*, *Wheeler* u. a. heranzieht, daß z. B. auch größere Teile der in schwedischer Sprache geschriebenen Schriften von *Adlerz* hier in Übersetzung mitgeteilt werden. So sei dem Werke auch in dieser neuen Form bester Erfolg gewünscht.

R. v. Hanstein, Dahlem.

## Physikalische Mitteilungen.

Die bisher in der Literatur, besonders in *Rutherford's „Radioactive Substances and their radiations“* angegebenen **Konstanten des Radiums** bezogen sich meist auf das Rutherford-Boltwood-Standard-Präparat, dessen Gehalt an Radiumbromid zu 3,69 mg angenommen war. Nach Vergleich desselben mit dem internationalen Standard im Bureau des poids et mesures in Sèvres ergab sich derselbe aber nur zu 3,51 mg. Dementsprechend sind die Konstanten des Radiums wie folgt umzuändern (*E. Rutherford, Phil. Mag. [6] 28, S. 320, 1914*):

Menge des Radiums, die im Gleichgewicht mit 1 g Uran steht . . .	3,23 · 10 <sup>-7</sup> g R
Von 1 g Radium pro Jahr erzeugte Heliummenge . . . . .	164 mm <sup>3</sup>
Wärmeerzeugung von 1 g Radium im Gleichgewicht mit seinen Zerfallprodukten . . . . .	134,7 Kal./St.
Radium allein . . . . .	25,1
Emanation allein . . . . .	28,6
Radium A allein . . . . .	30,5
Radium B + C allein . . . . .	50,5
Volumen der Emanation von 1 g Radium im Gleichgewichtszustande . . . . .	0,63 mm <sup>3</sup>
Zahl der von 1 g Radium pro sec emittierten $\alpha$ -Teilchen . . . . .	3,57 · 10 <sup>10</sup>
Zahl der von 1 g Radium im Gleichgewichtszustande pro sec emittierten $\alpha$ -Teilchen . . . . .	14,3 · 10 <sup>10</sup>
Gesamtladung, welche von den $\alpha$ -Teilchen transportiert wird, die pro sec von 1 g Radium und von jedem seiner Zerfallsprodukte im Gleichgewichtszustande mit ihm emittiert werden . . . . .	33,2 ESE
Gesamtstrom durch die von 1 Curie Emanation emittierten $\alpha$ -Teilchen:	
1. von der Emanation allein . . .	2,89 · 10 <sup>6</sup> ESE
2. zus. mit seinen $\alpha$ -strahlenden Produkten . . . . .	9,94 · 10 <sup>6</sup> ESE
Gesamtladung, welche von den $\beta$ -Teilchen transportiert wird, die pro Sekunde von Radium B oder C im Gleichgewicht mit 1 g Radium emittiert werden . . . . .	18,3 ESE
Halbwertszeit des Radiums . . . . .	1690 Jahre

Aus dem Vergleich der direkt beobachteten Wärmeentwicklung mit dem unter der Annahme des Wertes  $1,11 \cdot 10^{-9}$  für die Gesamtladung der  $\alpha$ -Teilchen berechneten ergibt sich, daß nur 91 % der beobachteten Wärme von dem Stoß der  $\alpha$ -Teilchen und 2 % von dem der Rückstoßatome herrühren. Der Rest von 7 % stammt davon her, daß die kinetische Energie der den Kern umkreisenden Elektronen proportional der Änderung der Kernladung wächst.

Die **Zahl der von den  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen des Radium B und C pro Sekunde und pro Gramm Radium in Luft von 760 mm und 15° erzeugten Ionen** ist von *Moseley* und *Robinson (Phil. Mag. [6] 28, S. 327, 1914)* bestimmt worden. Ihre Resultate (*N*) sind zugleich mit der Wärmeerzeugung in Kal/St. und der mittleren Energie pro Atom in Erg nachstehend angegeben.

	N	Kal/St.	Erg
$\gamma$ -Strahlung des Radium C	1,134 · 10 <sup>15</sup>	5,96	1,94 · 10 <sup>-6</sup>
$\gamma$ - „ „ „ B	0,084 „	0,44	0,14 „
$\beta$ - „ „ „ C	0,64 „	3,35	1,09 „
$\beta$ - „ „ „ B	0,325 „	1,71	0,55 „

Die Frage nach der **Ursache der Kontaktpotentiale** versucht *Hughes (Phil. Mag. [6] 28, S. 337, 1914)* dadurch zu beantworten, daß er die Potentialdifferenz zwischen im Vakuum destilliertem Zink und Wismuth gegen Platin mißt. Solange die Metalle mit Luft nicht in Berührung gekommen sind, ist die Potentialdifferenz sehr klein; beim Zulassen von Luft wächst sie stark an bis zu einem Maximum und nimmt dann bis zu einem konstanten Werte ab, der von der An- oder Abwesenheit von Luft unabhängig ist. Eine endgültige Antwort auf diese schon lange strittige Frage ergibt sich auch aus diesen Versuchen nicht.

Bei der Untersuchung des **Absorptionsspektrums des Zinkdampfes** erhielt *Mc Lennan (Phil. Mag. [6] 28, S. 360, 1914)* das bemerkenswerte Resultat, daß dieser aus dem Lichte eines Zinkfunken nur die eine Linie der Wellenlänge 2193,33 AE absorbiert. Die Absorptionslinie ist bei einer Temperatur des Zinkdampfes von etwa 550° sehr scharf und schmal, verbreitert sich aber bei starker Erhitzung bis auf 200 AE. Diese Linie ist die erste der Paschenschen Serie von Einzellinien.

Durch Messung der **von den  $\gamma$ -Strahlen von Radium B, C und D hervorgerufenen Ionisation** findet *Semid (Phil. Mag. [6] 28, S. 527, 1914)*, daß diese für Luft, Kohlendioxyd und Schwefeldioxyd ihrer Absorption proportional ist, während für Schwefelwasserstoff diese Beziehung nicht gilt. Das Verhältnis der Energien der weichen  $\gamma$ -Strahlen des Radium B, seiner harten Strahlen und der gesamten  $\gamma$ -Strahlung von Radium C ergab sich zu 1 : 45 : 639. Beim Radium D entfallen 17 bis 35 % der gesamten  $\gamma$ -Strahlung auf die harten Strahlen.

Die kürzesten bis jetzt bekannten ultravioletten Strahlen haben eine Wellenlänge von  $9 \cdot 10^{-8}$  cm, die längsten bisher beobachteten charakteristischen Röntgenstrahlen (die des Aluminiums) eine solche von  $3,6 \cdot 10^{-8}$  cm. Zwischen diesen beiden besteht also eine Lücke von rund 2 Oktaven. *J. J. Thomsen (Phil. Mag. [6] 28, S. 620, 1914)* glaubt, diese durch eine **sehr weiche Röntgenstrahlung** ausgefüllt zu haben. Er ließ sehr langsame Kanalstrahlen auf eine Metallplatte fallen; dann gingen von dieser Strahlen aus, welche Schwärzung einer Schumannplatte hervorriefen. Diese Wirkung rührt nicht von an der Metallplatte reflektierten ultravioletten oder Röntgenstrahlen und auch

nicht von an derselben ausgelösten langsamen Kathodenstrahlen her. Ähnliche Strahlen wurden erhalten, wenn sehr langsame von einer Wehneltkathode ausgegangene Kathodenstrahlen auf eine Metallplatte fielen. Auch in diesem Falle waren die von dieser ausgehenden Strahlen nicht magnetisch oder elektrisch ablenkbar. Da die neuen Strahlen durch dünne Schichten einiger Substanzen hindurchgehen, so haben sie die Eigenschaften von Röntgen- und nicht die von sehr kurzen ultravioletten Strahlen. Da bis jetzt aber keine Wellenlängenbestimmungen der beobachteten neuen Strahlen vorliegen, so ist ihre Natur durchaus noch nicht als sichergestellt zu betrachten.

Durch Bestimmung der Sublimationstemperaturen hat Wood (*Phil. Mag.* [6] 28, S. 808, 1914) die Existenz eines **Thor-D-Chlorides** nachgewiesen. Während reines Thor D bei 520° sich zu verflüchtigen beginnt, beträgt die Sublimationstemperatur für Thor D, das mit konzentrierter Salzsäure behandelt war, nur 270°. Aus diesem großen Unterschied der Verflüchtigungstemperaturen muß man auf eine chemische Änderung, und zwar auf die Bildung eines Chlorides, schließen. Beim Rückstoß aus mit Salzsäure behandelten aktiven Thornerdschlingen erhält man nur Thor-D-Atome, aber keine Thor-D-Chlorid-Moleküle.

Durch Untersuchungen von Varder und Mursden (*Phil. Mag.* [6] 28, S. 818, 1914) ist sichergestellt, daß auch das **Actinium C bei seinem Zerfall Seitenketten bildet**. Neben dem schon bekannten Actinium D entsteht das Actinium C<sub>2</sub>, das durch die Aussendung von  $\alpha$ -Strahlen von 6,45 cm Reichweite charakterisiert ist. Seine Menge ist außerordentlich gering, da sich nur 0,20 % der Atome dieses Actinium C in dieses Seitenglied verwandeln.

Aluminiumelektroden haben den großen Vorzug, in Geißleröhren, außer bei Füllung mit Edelgasen, nicht zu zerstäuben. Wie Campbell (*Phil. Mag.* [6] 28, S. 347, 1914) nachgewiesen hat, hängt die **Zerstäubung des Aluminiums** stark von den Versuchsbedingungen ab. Im Röntgenvakuum ließ sich dieses Metall bei Gegenwart von Chlor, Brom, Jod, Cyan, Pentan, Kohlenmonoxyd, Quecksilberdimethyl und ganz besonders stark bei Gegenwart von Quecksilberdampf und auch von Cadmiumdampf zerstäuben. Er ist deshalb der Ansicht, daß unter bestimmten Versuchsbedingungen eine Zerstäubung des Aluminiums in allen Gasen eintreten wird.

Durch Übertragung der Bjerrumschen Theorie auf die **Absorptions- und Fluoreszenzbanden organischer Körper** ist E. C. C. Baly (*Phil. Mag.* [6] 29, S. 233, 1915) zu interessanten Folgerungen bezüglich des Aufbaus der Spektren dieser Substanzen gekommen. Nach der Theorie von Bjerrum besteht eine Absorptionsbande im kurzwelligen Teile des Ultrarot aus einem Zentrum, dessen Schwingungszahl  $\nu$  die charakteristische Frequenz der Atome im Moleküle ist, und einer Serie von symmetrisch um dieses verteilten Maximis, wobei jedes Paar der Maxima einer bestimmten Rotationsfrequenz der Moleküle entspricht. In Analogie zu dieser Theorie werden die den Atomschwingungen entsprechenden Banden im Ultraviolett kombiniert. Dann müssen außer einer Linie der Schwingungszahl  $\nu$ , welche die charakteristische Frequenz im Ultraviolett ist, symmetrische Paare von Absorptionslinien mit den Frequenzen  $\nu \pm \nu_x$  auftreten, wo die verschiedenen  $\nu_x$  die Frequenzen der kurzwelligen ultraroten Banden

sind. Da nun zwischen den Frequenzen der Absorptions- und der Fluoreszenzlinien konstante Differenzen bestehen, so müssen auch die Fluoreszenzbanden eine analoge Struktur aufweisen, und ferner müssen die Frequenzen der zentralen Linien der Absorptions- und der Fluoreszenzmaxima aufeinanderfolgende ganzzahlige Multipla der Frequenz einer der ultraroten Banden sein. Diese Folgerungen sind an einer Reihe von organischen Körpern, wie Benzol, Toluol, p-, o- und m-Xylol, sowie Naphthalin gut bestätigt. Sie gelten ferner auch für die von Kowalski und Goldstein gefundenen Phosphoreszenzspektre einiger organischer Substanzen, wie Benzol und p-Xylol.

Über die **Reibungselektrizität an Isolatoren und Metallen** hat W. M. Jones (*Phil. Mag.* [6] 29, S. 261, 1915) Versuche angestellt. Danach wird auf diesen bei zeitlich fortgesetztem Reiben nur eine bestimmte maximale Elektrizitätsmenge erzeugt, die natürlich von der Natur des reibenden und des geriebenen Körpers abhängt. Es besteht dann Gleichgewicht zwischen der in der Zeiteinheit durch die Reibung erzeugten und der in derselben Zeit über die Isolatoren abfließenden Elektrizitätsmenge. Die maximale Elektrizitätsmenge wächst bei den Metallen mit zunehmender Kapazität. Sie ist unabhängig von der Geschwindigkeit des Reibzeuges und dem Druck, mit welchem dieses angepreßt wird; sie wird ferner von starken elektrischen und Magnetfeldern sowie von der Temperatur nicht beeinflusst. Die gefundenen Gesetzmäßigkeiten lassen sich durch eine Exponentialgleichung darstellen, welche unter den Voraussetzungen abgeleitet ist, daß die von dem einen reibenden Körper freigemachten Elektronen proportional der aufgewandten Reibungsarbeit sind, und daß ferner der Isolationsverlust proportional der jederzeit vorhandenen Ladung sowie der Geschwindigkeit des Reibzeuges ist. Beim Reiben mit Flanell, Seide oder Leder wurden die untersuchten durchsichtigen Isolatoren positiv, die undurchsichtigen negativ elektrisch. Die Metalle verhielten sich sehr verschieden. So wurden die Metalle von hohem Atomgewicht: Wismut, Blei, Thallium, bei Reibung mit Seide stets positiv, Gold, Platin und Silber dagegen stets negativ. Bei Zinn, Zink, Kupfer, Eisen und Aluminium war die Oberflächenbeschaffenheit von entscheidendem Einflusse; bei polierter Oberfläche wurden sie positiv, bei geschmirgelter Oberfläche negativ elektrisch.

Einen bequem zu handhabenden und dabei sehr empfindlichen **Apparat zur Bestimmung der Gravitation auf See** beschreibt L. J. Briggs in der *Phys. Rev.* 5, S. 184, 1915. Er entspricht im Prinzip einem geschlossenen Barometer und besteht aus einem als Luftkammer dienenden geschlossenen Glasrohr von 3 cm Durchmesser und 60 cm Länge. In sein oberes Ende ist eine bis fast auf den Grund reichende Kapillarröhre eingeschmolzen, deren unteres Ende in Quecksilber taucht. Oben setzt sich die Kapillare in ein zickzackförmiges, als Glasfeder dienendes Stück fort und endet schließlich in eine Kugel von 3 cm Durchmesser. In diese ist eine bis zu ihrem Mittelpunkt reichende Glasspitze so eingeschmolzen, daß sie in der Verlängerung der Achse der Luftkammer steht. Die Kugel ist auf einem Schlitten befestigt, welcher durch eine Mikrometerschraube bewegt werden kann. Sie wird scharf evakuiert und abgeschmolzen; darauf wird der Druck in der Luftkammer, während der ganze Apparat in Eis gepackt ist, so reguliert, daß das Quecksilber gerade bis zur Spitze reicht, worauf auch diese abgeschmolzen wird. Unter den Voraussetzungen, daß das Volumen des Apparates

vom äußeren Drucke unabhängig ist, daß er vertikal hängt und auf der Temperatur des schmelzenden Eises gehalten wird, ist die Höhe der Quecksilbersäule, welche sich bei Einstellung auf die Spitze an zwei Stationen ergibt, umgekehrt proportional der Schwerkraft. Da bei gewöhnlicher Temperatur die obere Kugel ganz vom Quecksilber erfüllt wird, so ist der Apparat ohne weiteres transportierbar. Im Laboratorium ergab sich mit dem Apparat eine Genauigkeit von 1 : 200 000, an Bord bis jetzt nur von 1 : 50 000, doch besteht begründete Hoffnung, auch hier die Genauigkeit höher treiben zu können.

Berndt.

**Zur Frage des Endproduktes der Thoriumreihe** und zu ihrer Beantwortung führen A. Holmes und R. W. Lawson (*Phil. Mag.* [6] 28, S. 823, 1914) und Sitzber. d. Wiener Akad. d. Wiss. 123, II a (Juli 1914) eine Reihe von Analysen radioaktiver Mineralien an. Nach der Theorie von Fajans und Soddy ist Thorium E, das unbekannte Endprodukt der Thoriumzerfallsreihe, ein Glied der Bleiplejade, stellt also chemisch Blei dar. Nun zeigen aber die Mineralanalysen, daß das Verhältnis des Bleigehaltes zum Thoriumgehalt der Mineralien keineswegs konstant ist, während das Verhältnis des Bleies zu dem alle Thormineralien begleitenden Uran merklich konstant ist. (Bekanntlich ist auch das Endprodukt RaG der Uran-Radiumreihe isotyp mit Blei.) Aus diesen Ergebnissen folgern die Forscher, daß zwar Uranblei, nicht aber Thorblei, stabil sein kann. Ferner wird versucht, die Halbwertszeit dieses instabilen ThE zu berechnen, aus dessen Verhältnis zum vorhandenen Thorium und Uran sowie aus der freilich unbewiesenen Annahme, daß die Menge Originalblei, d. h. Blei nicht radioaktiven Ursprungs, für alle vier zur Berechnung herangezogenen Mineralien konstant sei. Die so berechnete Halbwertszeit wird zu ca.  $10^9$  Jahren angegeben. Infolge des Fehlens einer  $\alpha$ -Strahlung von entsprechender Reichweite wird geschlossen, daß ThE durch  $\beta$ -Strahlung in ein Glied der Wismutplejade zerfällt.

**Durchgang von  $\alpha$ -Strahlen durch Kristalle.** Ausgehend von den Ergebnissen der Beugungsversuche an Röntgenstrahlen in Kristallen untersuchten Karl Heil und Max Reinganum in Freiburg i. B. die Erscheinungen, welche sich beim Durchgange korpuskularer Strahlen ( $\alpha$ -Strahlen) durch die Raumgitter von Kristallen zeigen. Es erschien möglich, daß die Kristalle für die unter verschiedenen Winkeln auf sie einfallenden  $\alpha$ -Strahlen verschieden gut durchlässig sind, was sich in einer Änderung der Reichweite der betreffenden  $\alpha$ -Strahlen, bedingt durch verschieden starke Absorption, äußern mußte, oder aber in der Streuung. Leider war es dem einen der beiden Forscher, Herrn Professor Dr. Max Reinganum, nicht vergönnt, diese vielversprechende Untersuchung, über die bisher eine vorläufige Mitteilung vorliegt (*Ber. d. Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B.* Bd. XX), völlig durchzuführen, da ihn der Krieg jäh aus der Arbeit und bald auch in den Tod riß. Der gesuchte Einfluß auf die Reichweite der  $\alpha$ -Strahlen wurde zuerst auf photographischem Wege nachzuweisen gesucht. Falls in einem Kristall, der zwischen einer (punktförmigen)  $\alpha$ -Strahlenquelle und einer photographischen Platte liegt, bestimmte Vorzugsrichtungen für den Strahldurchgang bestehen, so müßte die Fläche der von der Strahlung erzeugten Schwärzung der Platte von der

normalen Kreisform verschieden sein. Zur Untersuchung gelangten Spaltplättchen von Glimmer, ferner Dünnschliffe von Gips und Quarz in einer Dicke von 10  $\mu$ . Mit einer einzigen Ausnahme (Gips) verlief dieser Teil der Untersuchung jedoch ergebnislos. Bessere Erfolge zeitigte die elektrometrische Methode, bei welcher die Änderung der Reichweite der einen Kristall durchsetzenden  $\alpha$ -Strahlen bei einer Drehung desselben um  $360^\circ$  bestimmt wurde. Es ergaben sich sowohl bei Gips als bei Glimmer deutliche Anzeichen von mehreren Maxima und Minima der das Elektrometer entladenden Ionisationsströme, und da nach einer Drehung der Platte um  $360^\circ$  fast stets genau der Anfangswert erhalten wurde, scheint eine Erklärung des Phänomens durch Versuchsfehler ausgeschlossen. Die Verfasser glauben aus ihren Daten auf das Bestehen des gesuchten Effektes der Kristallrichtung schließen zu können, geben aber selbst zu, daß dies noch ausführlicher zu bestätigen bleibt.

M. E. Lemberg.

**Sandqvist, Håkan, Eine hochvisköse leichtempfindliche Wasserlösung zweier starker Säuren.** Arkiv för kemi, mineralogi och geologi. Stockholm, 5, Nr. 17, 1—61 (1914). Eine Lösung von 10-Bromphenanthren-3- oder -6-Sulfosäure wird bei Zusatz von Salzsäure sehr visköse. Die Tabelle zeigt einige (graphisch interpolierte) Zahlenwerte der Ausflußgeschwindigkeit bei  $18^\circ$  auf Wasser von  $18^\circ$  bezogen.  $N_s$  = Normalität der Sulfosäure,  $N_{HCl}$  = Normalität der Salzsäure in der Mischung.

$N_s \rightarrow$	0,005	0,01	0,02	0,05	0,10	0,15
$N_{HCl}$						
0,1	—	1,01	—	—	—	2,75
0,2	—	1,04	1,11	—	—	19,9
0,5	1,13	1,58	3,47	29,6	269	881
0,7	1,44	2,95	11,5	129	324	2200
1,0	2,40	—	(37)	—	1660	4000
1,2	3,55	—	—	—	2400	5100

Wird die Salzsäurenormalität auf 1,5 gesteigert, fällt die Sulfosäure kristallinisch aus. Der Temperaturkoeffizient der Viskosität ist sehr groß, in einem Falle bei  $18^\circ$  40 % pro Grad, und nimmt bei sinkender Temperatur stark zu. Bei Belichtung der Mischung nimmt die Viskosität ab, die Belichtung wird stärker, wenn keine Salzsäure zugegen ist; auf die trockene Säure wirkt sie nicht ein. Hinsichtlich der elektrischen Leitfähigkeit verhält sich die Mischung wenigstens qualitativ normal wie eine Mischung zweier Säuren. Die große Viskosität ist ohne jeden Einfluß auf die Leitfähigkeit, deren Temperaturkoeffizient auch von der Temperatur unabhängig und gleich dem der Salzsäure ist. Schwefelsäure gibt eine viel geringere Viskositäts-erhöhung als Salzsäure, Essig- und Monochloressigsäure geben keine, die starke Nitrotoluolsulfosäure auch nicht. Das Molekulargewicht der Sulfosäure nimmt bei steigender Konzentration stark zu, bei Belichtung nimmt sie ab. Die Löslichkeit der Salze der beleuchteten Säure ist größer als die der unbeleuchteten, auch der Wassergehalt ist ungleich. Trotzdem liegen nicht zwei verschiedene Säuren vor, indem sie identische Chloride und Methylester geben.

Autoreferat.



# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 22.

28. Mai 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Aus Helgolands Vorzeit. Von *Privatdozent Dr. Edw. Hennig, Berlin-Charlottenburg.* S. 273.

Natürliche und technische Transportmittel und ihre Geschwindigkeit. S. 277.

Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria):

4. Ein Glasbodenboot für Küstenforschungen.  
S. 281.

5. Suchfenster zu Studien in Küstennähe. S. 282.

6. Noch einmal der oberkieferlose hungernde Aal. S. 283.

Kleine Mitteilungen. S. 283.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

## Beiträge zur Kriegsheilkunde

Aus den Hilfsunternehmungen der deutschen  
Vereine vom Roten Kreuz während des  
italienisch-türkischen Krieges 1912  
und des Balkankrieges 1912-1913

Herausgegeben vom

**Zentralkomitee der deutschen Vereine vom Roten Kreuz**

(XV u. 1113 Seiten) 8°. — Mit 607 Abbildungen  
Preis M. 40,—; in Leinwand gebunden M. 42,60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

**Redaktion der „Naturwissenschaften“**

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

**Anzeigen** werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 28 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

**Verlagsbuchhandlung von Julius Springer**  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

**Verlag von Julius Springer in Berlin W 9**

Vor kurzem erschien:

# Die Bekämpfung der Milzbrandgefahr in gewerblichen Betrieben

Von

**Dr. O. Borgmann**  
Regierungs- und Gewerberat  
Schleswig

und

**Dr. R. Fischer**  
Regierungs- und Gewerberat  
Potsdam

Preis M. 1,80

(Heft 4 der „Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehygiene“, herausgegeben vom Institut für Gewerbehygiene in Frankfurt a. M., Neue Folge.)

Vor kurzem erschien:

# Studien über die Fortpflanzung der Bakterien, Spirillen und Spirochäten

Von

**Dr. med. E. Meirowsky**  
Köln a. Rh.

Mit 1 Textfigur und 19 Tafeln — Preis M. 12.—

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

28. Mai 1915.

Heft 22.

## Aus Helgolands Vorzeit.

von Privatdoz. Dr. Edw. Hennig, Charlottenburg.

Als England am 1. Juli 1890 die Insel Helgoland gegen große Gebiete und Rechte in Ostafrika an Deutschland abtrat, mochte auf seiner Seite ein Faktor in die Rechnung eingestellt sein, der die Bedeutung des Verzichts gegenüber dem Gewinn noch herabmindern sollte: Ein langsam zerbröckelnder Felsen war es, den England gegen erheblich zu vergrößernde Gebiete einzutauschen gedachte. *Hans Meyer* konnte noch 1909 in seinem prächtigen Werke „Das deutsche Kolonialreich“ das Urteil fällen: „Deutschland erhielt als Kompensation die Insel Helgoland, deren ideeller Wert damit höher eingeschätzt ward, als sein realer ist.“ (S. 80.) Wir wissen, wie vielen er noch damals aus dem Herzen sprach. Es dürfte heut wohl keinen mehr geben, der nicht innerlich Abbitte leistete denen, die das Werk vollbracht.

Der bröckelnde, zerfallende Fels ist zum festen Bollwerk, zum uneinnehmbaren Fort der deutschen Küste geworden, wahrlich nicht mühe! Zum Symbol des Vaterlandes selbst, das von der Sturmflut 1914/15 umbraust, doch allen feindlichen Gewalten widersteht, so schwer die Opfer auch zu tragen sind. Die Schutzvorrichtungen haben sich hier wie dort in vollstem Maße bewährt, und das deutsche Volk ist denen tiefsten Dank schuldig, die unbeirrt daran gearbeitet haben. Das einzige Stück deutscher Felsenküste an der Nordsee aber mag wohl eine kurze Betrachtung der natürlichen Grundlagen verdienen, die es unserer Verteidigung bietet.

„Rot ist die Kant“, doch nicht einfarbig, wie ein jeder weiß: Das leuchtende Rot überwiegt nur die vielen weißen Streifen, die schon aus der Entfernung so deutlich die schräge Schichtung des Gesteins erkennen lassen. In schroff-senkrechten Wänden bricht allseitig der schräg gestellte Block ab. Die einzelnen stehen gebliebenen Pfeiler so gut wie die Überlieferungen dauernder Küstenverluste zeigen an, daß das Eiland aus einem größeren Ganzen herausgeschnitten, daß es ein Relikt ist. Die Schichten starren ins Leere und fordern von selbst ihre Fortsetzung im Geiste. Und jenes größere Ganze war das deutsche Land, mit dem Helgoland seit jeher gleiches Geschick geteilt hat, das erst in jüngster geologischer Vergangenheit durch die Nordsee von ihm getrennt worden ist. Es sind daher nicht die Schicksale einer Insel, von denen hier die Steine zu reden wissen.

Rote, weiße, auch grünliche Farben. weist der Sandstein auf, als „Buntsandstein“ ist er aus

weiten Gebieten Deutschlands bekannt. Die rote Farbe rührt von einer Entstehung unter besonderen klimatischen Verhältnissen her, wie wir sie heut hauptsächlich in niederen Breiten finden, und die sehr geringe, meist kolonieweis auftretende Fossilführung steht durchaus mit der Ansicht in Einklang, daß es höchst unwirtliches, fast wüstenartiges Binnenland war, auf dem dies Gestein zum Absatz gelangte. Ein zur Steinkohlenzeit durch gebirgsbildende Kräfte aus alten Meeren emporgestiegenes Festland nahm die Stelle des heutigen Nord-europa ein. Schon waren die alten sein Rückgrat bildenden Faltengebirgszüge weitgehend abgetragen, am Fuße vom eigenen Schutt verhüllt; mehrfache Ansätze des Meeres zur Zeit der Kupferschiefer- und Stein- und Kalisalz-bildung, vom Lande Besitz zu ergreifen, waren unter der Ungunst des Klimas und durch Abschneiden der Gewässer vom offenen Meere mißglückt; das Land war durch die Arbeit der Atmosphären immer tiefer niedergeschliffen worden und damit mochten die Niederschläge mehr und mehr abnehmen, die Pflanzendecke im Gegensatz zu den riesigen Sumpfwäldern der Steinkohlenzeit immer spärlicher werden. An tiefegelegenen oder sonst begünstigten Stellen konnte wohl das Grundwasser und zeitweilig Regenwasser oberflächlich anstehen und zur Bildung kleiner Oasen Anlaß geben, auf die sich dann einiges Tierleben konzentrierte. Tonige Schichten mit Trockenrissen, Wellenfurchen, Tierfährten, selbst Abdrücken niederfallender Regentropfen spiegeln uns nebst den Fossilien solche Landschaft wieder. Auch auf Helgoland fehlen derartige Erscheinungen nicht. Vor allem wichtig aber sind in dieser Hinsicht die beiden einzigen Versteinerungen, die die Insel bisher geliefert hat, eine Rippe und neuerdings ein nicht ganz vollständig, aber vortrefflich erhaltener Schädel. Beide gehören jener alten Amphibiengruppe der Stegocephalen an, deren Spuren wir auch anderswo im Buntsandstein kennen, geben also auch ihrerseits einen wertvollen Hinweis für die stratigraphische Altersfrage des Helgoländer Sandsteins. Der *Capitosaurus*-Schädel spricht mehr für mittleren als unteren Buntsandstein. Das ist insofern wichtig, als die ältesten Schichten Helgolands, die nur an der West- und Südseite zum Ausstreichen gelangen, bisher für Zechstein gegolten hatten (Fig. 1), insbesondere, weil auch in ihnen Kupfer und Kupferverbindungen auftreten, die ja im Kupferschiefer so reichlich zum Absatz kamen. Da aber jener Schädel am „Predigtstuhl“ nur in wenig höherer Lage gewonnen wurde, ist nunmehr die Beteiligung paläozoischer Schichten am Aufbau der Insel fraglich geworden, höchstens

dürfte es sich in den liegenden Schichten um unteren Buntsandstein handeln.

Die regelmäßig nach ONO einfallenden, hier und da durch Verwerfungen etwas gestörten Schichten tauchen, ohne im Inselkern jüngere Lagen zu tragen, unter den Wasserspiegel des Nordhafens. Dieser aber wird abgegrenzt durch mehrere hintereinanderliegende Riffe aus festem, ganz anders geartetem Gestein, und am südlichen Ende sind diesen Riffen im Schutze der Insel Sandmassen aufgelagert, die die bekannte Helgoländer Badeinsel, die „Düne“ bilden. Bekannt sind auch die zahllosen Versteinerungen, die hier zu finden sind und die uns in der Entstehungsgeschichte unseres Fleckchens Erde weiterleiten.

Muscheln, Schnecken, Ammonshörner, Reste von Fischen und wasserbewohnenden Reptilien zeigen an, daß das sie enthaltende Gestein unter ganz anderen Bedingungen im Meere entstand. Doch keineswegs in einem Vorläufer der heutigen Nordsee! Vielmehr kennen wir die fossile Tiergemeinschaft des ersten der Riffe sehr wohl aus dem Muschelkalk, der gleichfalls weite Gebiete Deutschlands bedeckt und beispielsweise in Rüdersdorf bei

same, verhängnisvolle Rolle zu spielen, wie wir noch sehen werden.

Scheinbar regelmäßig, soweit eben das unter dem Wasserspiegel anstehende Gestein erkennen läßt, folgt über dem Muschelkalkfels der „Wite Kliff“ die nächste fossilführende Schicht im Riff des „Olde Höven“ usw. Und doch erkennen wir aus den Versteinerungen dieser nächsten Reihe, daß hier eine weite stratigraphische Kluft besteht: sie gehören der Kreidezeit an. Wie in einer Diplomatenrede oft auch das Nicht-Gesagte von besonderer Bedeutung ist, so kann aus dem Fehlen der Keuper- und Juraformation, die normalerweise auf den Muschelkalk folgen müßten, für unser Ostseegebiet Wichtiges geschlossen werden. Wiederum besteht zu England, in dem insbesondere der marine Jura vorzüglich entwickelt ist, ein starker Unterschied. Wiederum schließt sich Helgoland in dieser Beziehung an große Strecken des nördlichsten Deutschland an: Auch bei Hannover, im Harzvorlande und an der Ostseeküste hat das Jurameer seine Ablagerungen hinterlassen, schon bei Lüneburg aber fehlen sie. Jetzt also war unser Nordseegebiet Festland zu einer Zeit, da die

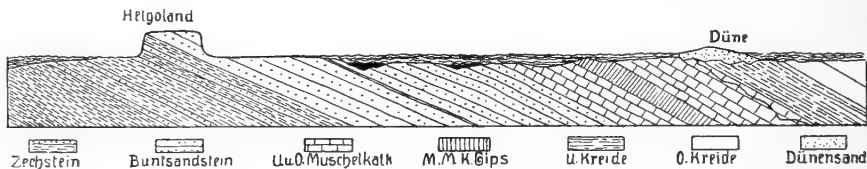


Fig. 1. Profil durch die Helgoländer Schichtentafel (nach Brohm aus J. Walther: Geologie<sup>5</sup> Deutschlands).

Berlin in einer ganz ähnlich plötzlich (in den märkischen Diluvialsanden) auftauchenden „Insel“ ansteht. Auch sonst überlagert er regelmäßig, wie offenbar bei Helgoland, den Buntsandstein, dessen obere Teile nur am Grunde des Nordhafens die Lücke ausfüllend zu denken sind (Fig. 1).

Andauernde Senkung hatte abermals dem Meereswasser Zutritt zu großen Teilen Deutschlands verstatet, doch blieb es bei einem flachen Binnenmeer, das etwa über Oberschlesien mit dem an der Stelle unserer jetzigen Alpen flutenden offenen Ozean in Verbindung blieb. In England fehlt der Muschelkalk; bis dahin reichte also das germanische Triasmeer nicht, die Küste muß zwischen ihm und Helgoland gelegen haben. Auch dürfte die Umrandung dauernd und der geringen Tiefe entsprechend schnell gewechselt haben. Starke Verdunstungen blieben noch immer möglich: Gips- und kleinere Steinsalzlager kamen zeitweilig zum Absatz, um vom immer wieder vordringenden Gewässer aufs neue überflutet, von neuen Kalklagern überdeckt zu werden. So ist insbesondere der mittlere Muschelkalk durch Fossilarmut und Reichtum an Gips von Helgoland bis weit nach Süddeutschland hinein gekennzeichnet, während beispielsweise Rüdersdorf an dessen Stelle dolomitische Ablagerungen aufweist. In der jüngsten Geschichte Helgolands war dieser Gips berufen, eine sehr bedeut-

berühmten Reptilien des Meeres, Ichthyosaurus, Plesiosaurus usw. die Fluten erfüllten, die diesmal von Westen her über den langsam versinkenden alten Kontinent vordrangen.

Doch auch schon der Keuper ist in den Helgoländer Klippen nicht oder nur mehr zum geringen Teil vertreten. Im übrigen Deutschland bezeichnet er den nochmaligen Sieg des Landes und des Klimas über das Muschelkalkmeer. Die großartigen Dinosaurierfunde von Trossingen und anderen Plätzen Württembergs, wie die von Halberstadt haben uns die seltsame Landfauna jener Zeit wieder auferstehen lassen. Die noch immer vorwiegend bunten Mergel und Sandsteine des Keupers dürften in Niederungen entstanden sein. Fehlen sie daher bei Helgoland, so darf man annehmen, daß diese Regionen der Nordsee höher emporgehoben wurden und deshalb auch der Juraüberflutung zu widerstehen vermochten. Vielleicht standen sie mit dem alten skandinavischen Festlandteil in Verbindung, der dann zur Jurazeit der böhmischen Masse gegenüber mit einer Halbinsel bis nach Norddeutschland hinein geragt hätte.

So läßt sich denn auch jene Hebungsepoche des heutigen Mitteleuropa in Helgoland natürlich nicht erkennen, die erst im Süden, dann bald auch im nordwestlicheren Teile mindestens vorübergehend zu abermaligem Auftauchen des Meeres-

bodens über den Wasserspiegel Anlaß gab und die Juraperiode von der Kreideperiode deutlichst trennt. Das Kreidemeer aber, das ja im Elbsandsteingebirge selbst in die böhmische Masse einbrach, hat auch bei Lüneburg und Helgoland mächtige Sedimente hinterlassen. Ihren Namen trägt diese Zeit bekanntlich von den Schreibkreidefelsen Rügens, Möens, der englischen Südküste. Da ist es denn bemerkenswert, auch unter den Klippen Helgolands einen „Krit-Brunnen“ zu finden. Brunnen ist das bekanntere Brünne, und in der Tat sind die Klippenreihen ja Schutz und Schild der eigentlichen Insel gegen die von Norden anrollenden Wogen. Mehrere Klippenzüge hintereinander gehören den meist kalkigen Kreidesedimenten an und enthalten in Mengen Reste<sup>1)</sup> der Bewohner jenes alten Meeres. Noch immer darf man nicht von dem Vorhandensein einer Nordsee sprechen, nicht einmal einen Vorläufer darf man es nennen.

Je weiter wir uns in den Klippen von der Insel entfernen, um so jüngere Kreideschichten treffen wir an, wie das Studium der Versteinerungen ergibt und wie es ja die Lagerung auch erwarten läßt. Mit immer gleichem Einfallen gegen NO verschwinden schließlich die jüngsten Glieder der gesamten Helgoländer Profilsreihe in die Tiefe. Lückenlos scheint die Kreide entwickelt zu sein. In ihren ältesten Absätzen zeigen sich einmal gleich starke Ähnlichkeiten zu norddeutschen und englischen Altersgenossen, bald aber überwiegen wieder die Beziehungen zum heutigen Festlande.

Als mit der Kreide die Zeiten der Saurier zu Ende gingen und eine sehr veränderte Lebewelt die freiwerdenden Plätze neu erfüllte, gingen auch geologisch sehr lebhaft Änderungen vor sich. Freilich, geruht hatten die Kräfte der Erde nie. Nun aber gewann unser heutiges Europa die ersten Grundzüge seiner jetzigen Oberflächengestaltung. Die Alpen entstanden, die deutschen Mittelgebirge wurden der Struktur nach angelegt, aus weiten Teilen zog sich das Meer zurück, ohne indes entfernt die heutigen Küstenlinien schon zu erhalten. Von Helgoland kennen wir Ablagerungen dieser Tertiärzeit nicht mit Sicherheit, obwohl in der zweiten Hälfte dieser Periode eine Art Ur-Nordsee angelegt wurde, die mit tiefer Bucht ins Gebiet der heutigen Unterelbe eingriff<sup>2)</sup> und als Vorläufer der „deutschen Bucht“ nunmehr betrachtet werden darf. Doch hat auch jene Epoche der Insel einen sichtbaren Stempel aufgeprägt: Die ursprünglich horizontal abgesetzten Schichten wurden in der Weise schräg gestellt, wie wir es noch jetzt vor uns sehen, Zusammenhänge zerrissen, und so

<sup>1)</sup> In den Belemniten oder Donnerkeilen hat fromme Deutung versteinerte Wachskerzen der Jungfrauen der heiligen Ursula sehen wollen, die auf der Insel landeten, in den Seeigelstacheln Dornen als Beweis für einstige Vegetation und größere Ausdehnung des für seine Sünden zerstückelten und verringerten Landes.

<sup>2)</sup> Vgl. K. Gripp „Über das marine Altmiozän im Nordseebecken“. Neues Jahrb. f. Min., Geol., Paläont. 1915, S. 1—59, Tafel I—II.

konnten die älteren, tieferliegenden Sandsteinschichten durch die überlagernden Kreidekalke hindurchbrechen längs einer Störungslinie, die südwestlich der Insel verläuft und südlich deren wiederum Kreidesedimente, anscheinend mit entgegengerichtetem Einfallen unter dem Meeresspiegel anstehend, hier und da in einzelnen „Steinen“ der Aufmerksamkeit wertere Untiefen bilden. Nicht ohne inneren Zusammenhang liegt diese Verwerfung und das Streichen der Schichten auf Helgoland in der Verlängerung des Elbetals, an dem der Lüneburger und Rüdersdorfer Horst ganz ähnlich wie der Helgoländer die letzten Spitzen eines SO-NW gerichteten Höhenzuges darstellen dürften.

Während des Tertiärs macht sich in mancherlei Andeutungen bereits die „Verschlechterung“ des Klimas, eine zunehmende Abkühlung zumal gegen Abschluß der langen Periode bemerkbar und leitet so allmählich zu den Ereignissen der folgenden über, die wir als diluviale Eiszeit kennen. Von Skandinavien aus krochen in wiederholten Vorstößen die Inlandeismassen über das weite Land, das nun wieder an der Stelle der heutigen Ost- und Nordsee bestand, erreichten bei weitester Ausdehnung das jetzige Großbritannien, Holland, die deutschen Mittelgebirge, überdeckten also auch Helgoland. Liegen doch die großen erratischen Blöcke mitten auf dem Eilande, wohin kein schwimmender Eisberg sie zu transportieren vermocht hätte. Doch auch auf der Düne zwischen den Klippen liegen die Geschiebe. Die jetzigen Höhenunterschiede müssen also bereits bestanden haben. Die rote Insel war ein kleiner Berg. Ob ihre oben auf dem grünen „Land“ heut austreichenden Schichten vom Eise oder durch Tätigkeit der Schmelzwässer oder schon älterer Flüsse abgehobelt worden sind und so die horizontale Fläche auf dieser Erhebung geschaffen wurde, bleibe dahingestellt. Der Rest ist zu winzig, bestimmtere Anzeichen für solche Möglichkeiten fehlen bisher.

Doch die Vereisungsperioden wurden von Zeiten unterbrochen, in denen die Gletscher sich nach ihrem Ausstrahlungsherde mehr oder weniger zurückzogen. Die Tierwelt konnte das freiwerdende Land besetzen bis zum nächsten Eisvorstoß. So ist beispielsweise eins der häufigsten Charaktertiere des Diluviums, das Mammuth, über die Landmassen, die heut die Nordsee überflutet, in Herden hinübergezogen bis auf englischen Boden. Nicht nur dort kennen wir seine Reste, auch vom Boden der Nordsee bringen die Netze der Fischer an seichteren Stellen garnicht selten die mächtigen, sehr erhaltungsfähigen Zähne jenes pelztragenden Elefanten mit herauf! Helgoland selbst hat Mammuthreste bisher nicht geliefert. Wohl aber haben andere Zeugen einer jungen Vergangenheit sich erhalten, die nur auf dem Landwege hierher gelangen konnten. Im „Nordhafen“ findet sich am Boden ein Ton, der Süßwasserschnecken enthält, heut von Salzwasser bedeckt! Dieser Ton oder „Töck“, wie ihn die Helgoländer nennen, kann nur in einem Binnensee zur Ablagerung gelangt



sein. Sein Becken hat eben nach dem Versinken unter das Meereswasser zur Hafenbildung Anlaß gegeben. Die darin festgestellten Schneckenformen leben auf dem Festlande noch heut, sie lebten aber auch bereits im Diluvium. In die geologische „Gegenwart“ kann man den Fund kaum stellen nach den recht beträchtlichen morphologischen Änderungen, die sich nach seinem Zeugnis seither gegeben haben.

Wir kennen die großen Verschiebungen von Land und Wasser, die sich im Bereich der Ostsee seit dem Rückzuge des Inlandeises vollzogen haben: sie entstand als ein nach beiden Seiten offener Meeresarm, der die etwa gleichzeitig sich bildenden Anfänge der heutigen Nordsee mit dem Eismeere verband; eine Hebung schnitt beide Ausgänge ab und machte sie zeitweilig zum Binnenmeere; noch einmal trat sie mit der Nordsee in breite Verbindung, beherbergte Austern und demnach rein salziges Wasser, bis schließlich langsam der heutige Zustand sich herausbildete. Auch die Nordsee ist nicht mit einem Schlage so geworden, wie wir sie heute sehen. Langsam senkte sich das Land und ließ bei seiner höchst geringen Neigung gegen Norden das Meereswasser von dorthier wahrscheinlich ziemlich rasch vordringen. Später erst brach der Ärmelkanal ein, machte England zur Insel und veränderte von Grund aus die Wasser- und Strömungsverhältnisse der nun erst endgültig vorhandenen Nordsee. Diese Entstehung der beiden großen germanischen Meeresbecken hat der Mensch bereits miterlebt, wie er ja vordem schon das Mammuth jagen und sogar künstlerisch zeichnen konnte. Auch Helgoland hat der Mensch der Steinzeit betreten, vermutlich sogar noch auf dem Landwege erreicht. Denn auch als die Gewässer schon seinen Westfuß umrauschten, blieb es einige Zeit mit der Masse im Osten in Verbindung, bildete es ein felsiges, weit vorspringendes und sein Rückland zeitweilig schützendes Kap. Der Steinzeitmensch hat uns seine Waffen und Werkzeuge in freilich sehr geringer Zahl, aber als untrügliches Zeichen hinterlassen. Feuersteinmaterial fand er ja reichlich in den Kreideschichten und für ein gleichfalls gefundenes Beil aus Diorit mochte ein diluviales Geschiebe den Stoff hergegeben haben.

Auch aus späterer Zeit kennen wir deutliche Spuren des Menschen. Inzwischen mochte die Insel sich endgültig vom Lande gelöst haben. Aus dem Gips des Muschelkalks löste er die schweren Platten für die wenigen Steingräber, die die Insel geliefert hat, und als Zeugen seines vorgeschrittenen Könnens hinterlegte er bei dem Bestatteten, dessen Skelett wohl erhalten blieb, Bronzewaffen und zierliche aus Gold gefertigte Schmuckgeräte. Noch kein Eisen! Das lernte er erst später schmelzen und formen. Urnen, die 1696 gefunden sein sollen, aber verloren zu sein scheinen, könnten recht wohl aus der Eisenzeit stammen, aus der Germanenzeit, mit der wir nach Jahrmillionen geologischer Vorzeit in die Anfänge der kurzen Spanne eintreten, die wir Weltgeschichte nennen, und die uns

in diesem Rahmen anmutet wie der Tag, der gestern vergangen ist.

Nun bestand die Insel bereits annähernd im heutigen Umfang, wenn auch zunächst noch in etwas anderer Gestalt. Wie sie jedoch Schritt für Schritt auf diese Größe herabgeschmolzen ist in den viel längeren Zeiten, in denen Ost- und Nordsee sich herausbildeten, das erzählt zwar nicht sie selbst, aber wiederum der benachbarte Meeresboden.

Wir sehen noch heute, wie das Meer gierig an den kahlen Felswänden nagt, sie zum Einsturz bringt, aushöhlt und immer von neuem angreift. Doch nicht ohne Bundesgenossen gelingt ihm das. Die Atmosphärien müssen vorarbeiten. Der den Sandstein als natürliches Zement verfestigende kohlensaure Kalk wird in lösliches Calcium-Bikarbonat umgewandelt und so das Gefüge gelockert. Die Auslaugung eines gewissen, aus den Zeiten der Entstehung des Sandsteins (unter wüstenartigem Klima) herrührenden Salzgehaltes durch die Tagewässer hat einen ähnlichen Erfolg. Spaltenfrost sprengt mechanisch. Das Meer vollendet nur. Aber dann schützt es auch: Was unter dem Ebbspiegel liegt, ist jenen nicht erreichbar und so erhält das Meereswasser selbst die geschaffene flache Bahn am Fuße der Insel, auf der seine Wellen bereits einen beträchtlichen Teil ihrer Kraft im Ansturm einbüßen. Derartige Terrassen hat es auch früher schon geschaffen, ehe der Meeresboden sich bis zur jetzigen Tiefe gesenkt hatte. Nur in der Ebene des Niedrigwasserstandes können sie entstehen, doch nicht nur in der Null-Meterlinie, auch weiter draußen bei etwa 10 m und noch weiter bis zu 20 m findet sich je eine solche Stufe. Sie zeigen an, nicht daß das Wasser früher soviel tiefer gestanden habe, sondern daß sie selbst einst höher lagen, daß die Insel sich in gewissen Zeitabständen weiter gesenkt hat. Der Verfolg der 20-m-Linie zeigt, daß sie im Osten die Insel nicht umgreift, daß also zur Zeit ihrer Lage im Meeresniveau noch eine Halbinsel bestand, von der vorher die Rede war.

In historischer Zeit ist nun die Größenabnahme der Insel trotz entgegenlautender, zum Teil auf politische Machenschaften zurückgeführter Sagen im Verhältnis verschwindend gering gewesen. Und doch für die Bewohner fühlbar genug. Sie selbst haben dazu beigetragen! Schon der vorzeitliche Mensch wußte, wie wir sahen, den Gips des Muschelkalks zu verwerten. Aus historischen Dokumenten wissen wir, daß in späterer Zeit dies Material als Baustein sehr geschätzt war, ja als Handelsartikel nach dem Festlande verfrachtet wurde. Auch der Kalk selbst wurde gewonnen. Diese Einnahmequelle ist gänzlich versiegt. Heut steht über Wasser zur Flutzeit nichts mehr von dem Gestein an. Aber ältere Berichte und Karten bekunden, daß bis in den Beginn des 18. Jahrhunderts an der Stelle, wo heute nur das Muschelkalkkriff den Schiffer gefährdet, eine zweite kleinere, aber kaum niedrigere Insel be-

stand, die mit ihrer weißen Farbe deutlich genug gegen die rote Sandsteininsel abstach. Sie ist natürlich nicht ganz von Menschenhand abgebaut worden, aber der Steinbruchsbetrieb hat der See Angriffsstellen geboten. Im Verlaufe des 17. Jahrhunderts wurde aus der weißen Insel der „Weiße Mönch“, ein Felsen ähnlich dem jetzigen „Mönch“ am Südhorn Helgolands. Er war der wilden See nicht mehr gewachsen: Eine Sturmflut im Jahre 1711 riß ihn weg. Mit ihm fiel aber auch eine Schutzwehr der „Düne“ auf jener Seite. 1720 zerstörte eine zweite Flut den Wall, der bis dahin das Unterland mit der Düne verbunden hatte. Nun erst war die heutige Gestaltung vollendet, Nord- und Südhafen vereint und geöffnet, wenn auch Anschwemmungen hier, Fortnehmen dort die sandigen Teile, also die Düne und das Unterland im einzelnen bis in die jüngste Vergangenheit wechselnd gestalteten.

Wie bedrohlich auch die Abbrüche der Felsensteilküste und das dauernd zu beobachtende Zurückweichen vor dem andrängenden Meere erscheinen mochten, sind diese Gefahren doch nicht allzu hoch zu veranschlagen. Vor Inangriffnahme der Schutzbauten durch die deutsche Regierung betrug der jährliche Landverlust Helgolands seit 1845 im Mittel 202 Quadratmeter, seither konnte er gar auf 107 Quadratmeter herabgemindert werden und wird sich vielleicht mit der Zeit ganz verhindern lassen. Aber auch so ist das Bestehen der Insel schon auf Jahrtausende hinaus gesichert! Ja, es mag nicht unmöglich erscheinen, dem Meer einen Teil dessen, was es früher geraubt, wieder zu entreißen. Vielleicht auch mag, wenn es gelingen könnte, auf den Klippen die weiße Brünne aus dauerhafterem künstlichen Material wiederherzustellen, sich abermals im Schutze beider Inseln von selbst eine Vergrößerung nach Art des ehemaligen Steindammes wieder bilden! Die schöpferische Tat, wie sie im Faust gepriesen wird, sie mag hier ihre Verwirklichung dermaleinst finden können. Eine weitere Senkung steht natürlich im Bereiche der Möglichkeit und könnte in ferner Zukunft auch den letzten Rest des geologischen Gebäudes wieder verschwinden lassen. Doch solche Vorgänge bedürfen ja, wie die Vorgeschichte zeigt, ungeheurer Zeiträume, die weit über menschliche Voraussicht und Verantwortung hinausgreifen. Einstweilen ist und bleibt dieser Fels im Meere bei Goethes Geschlecht in guten Händen!

#### Literatur.

K. W. M. Wiebel: Die Insel Helgoland, Untersuchungen über deren Größe in Vorzeit und Gegenwart vom Standpunkte der Geschichte und Geologie. (2 Teile.) Abh. aus dem Gebiete der Naturw.; Naturw. Verein in Hamburg, Bd. II, 1898.

Ad. Lasard: Neue Beiträge zur Geologie Helgolands. Zeitschrift d. Deutsch. Geol. Ges., Band 21, 1869, S. 574—586, Tafel XV.

W. Dames: Über die Gliederung der Flötzformationen Helgolands. Sitz. Ber. kgl. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1893. S. 1019—1039.

Major Brohm: Helgoland in Geschichte und Sage,

seine nachweisbaren Landverluste und seine Erhaltung. Rauschenplat Cuxhaven-Helgoland 1907. (Abschn. IV: Geologischer Überblick.)

Wolff: Zur Geologie von Helgoland. Jahrbuch kgl. preuß. geol. Land.-Anstalt 1911, Teil I, S. 183—186.

Schroeder: Ein Stegocephalen-Schädel von Helgoland. Jahrbuch kgl. preuß. geol. Land.-Anst. 1912, Teil II, S. 232—264, Taf. 15—21.

E. Lindemann: Das deutsche Helgoland. Vita-Berlin 1913 (2. Kapitel: Geologie des Felsens).

## Natürliche und technische Transportmittel und ihre Geschwindigkeit.

Über die Geschwindigkeit der Fortbewegung des Menschen auf und über der Erde gab *Hcle-Shaw* vor vier Jahren vor der Royal Institution (in einem Vortrag: *Traveling At High Speeds*) Zahlen an, die angesichts der Ansprüche, die an die Leistungsfähigkeit der Menschen, der Pferde und der künstlichen Transportmittel im Kriege gestellt werden, auch heute noch interessieren, da die seitdem eingetretenen Änderungen kaum wesentlich sein dürften.

Aus den spärlichen und etwas unsicheren Angaben über die höchsten Leistungen auf den Sportplätzen des klassischen Altertums scheint hervorzugehen, daß der Unterschied zwischen den damaligen und den heutigen Leistungen der Fußläufer sehr gering ist. — Für die heutigen Leistungen finden wir für die Strecke von 100 Yards (= 91,4 m) und für die Strecke von 1 Meile (= 1609 m) die Höchstleistungen von vor 25 Jahren noch heute in Geltung, ungeachtet der ungeheuren Anstrengungen, sie bei den vielen Sport-Wettkämpfen zu verbessern. Im Jahre 1886 war die Höchstleistung längs 100 Yards (91,4 m) 21,3 Meilen (34,27 km) die Stunde und längs einer Meile (1609 m) 14,2 Meilen (22,85 km) die Stunde. Beide Höchstleistungen sind niemals übertroffen worden. Die Höchstleistung längs 200 Yards (182,8 m) ist sogar seit dem Jahre 1847 noch nicht überholt worden!

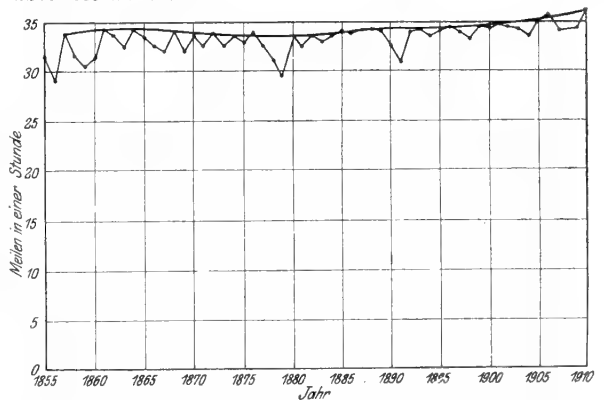


Fig. 1. Geschwindigkeit des Derbygewinners (1855—1910).

Es scheint danach, daß der Mensch für seine eigene, nicht mit künstlichen Mitteln unterstützte Leistung in der Ortsveränderung schon vor langem die Geschwindigkeitsgrenze erreicht hat. Aber von jeher hat er die Muskelkraft der Tiere in seinen Dienst gestellt und sich bemüht, deren Leistung zu seinem Nutzen zu erhöhen. Die Fig. 1 umfaßt die Geschwindigkeit aller Gewinner im Derbyrennen seit dem Jahre 1855, d. h. während mehr als eines halben Jahrhunderts. Die Durchschnittsgeschwindigkeit, die etwa 30 Meilen (48

km) pro Stunde beträgt, hat sich zweifellos etwas erhöht, aber die Kurve durch die Geschwindigkeitsmaxima zeigt, wie klein die Zunahme ist angesichts der vielen Millionen, die mittelbar und unmittelbar für die Aufzucht und die Schulung der Pferde ausgegeben worden sind. Man wird also annehmen können, daß auch die höchste Geschwindigkeit der Tiere erreicht ist, mit deren Hilfe der Mensch seine eigene erhöhen kann.

Die physikalische Ursache für diese Begrenzung liegt nicht etwa in dem Widerstand der Luft, denn diese läßt viel höhere Geschwindigkeiten zu; auch nicht in der Arbeit, die dabei geleistet wird, denn die Arbeit einer Masse, die sich auf horizontaler Ebene bewegt, ist gleich Null; sondern sie liegt in der Besonderheit des Mechanismus für die Ortsveränderung der Tiere. Die Oberfläche der Erde ist rau, ein Gleiten darauf außer Frage; die Natur hat daher für die Fortbewegung der Tiere anders gesorgt: Ein Teil des Körpers ruht zunächst auf dem Boden, und ein anderer, von dem Boden bis dahin ebenfalls unterstützter Teil wird *emporgehoben* und dann vorwärtsgehoben; hierauf ruht dieser vorgeschobene Teil auf dem Boden und dient als Stütze, während der zurückliegende Teil in die Höhe gehoben und in eine neue Stellung vorgeschoben wird. Bei den Menschen und bei den Tieren bilden die Füße bei diesem Vorgang die Stützpunkte; aber dieselbe Methode der Ortsveränderung wenden auch Tiere ohne Füße an, wie die Schnecken und die Würmer.

Dieses Verfahren schließt drei Verlustquellen in sich: erstens in dem Heben des Körpers eine Arbeitsleistung, die nichts einbringt, und zweitens eine Arbeitsleistung im Einleiten und im Beenden der Bewegung desjenigen Körperteiles, der gerade vorgeschoben wird. (Geht man an einer Tafel entlang, während man in der an den Kopf seitlich angelegten Hand ein Stück Kreide hält, das die Tafel berührt, so sieht man auf ihr eine Kurve erscheinen, die das Auf und Ab des Körpers bei der Vorwärtsbewegung deutlich zeigt. Man kann dasselbe, und zwar auf demselben Wege, an der Bewegung der Beine zeigen. Man kommt dabei zur Erkenntnis, daß die Hüfte sich um den Knöchel als Mittelpunkt dreht.) Eine dritte Verlustquelle liegt in den Schwingungen, die die Beine ausführen. — Vor etwa 30 Jahren hat *Marey* jede dieser Verlustquellen untersucht. Wie seine Diagramme zeigen, nimmt die Anzahl von Schritten pro Minute zu, bis ein Gangtempo erreicht ist, wo es unmöglich wird, ohne Schmerzgefühl noch schneller zu gehen; bei etwa 90 Schritten in der Minute verwandelt sich das Gehen in ein Laufen, d. h. es tritt dann eine Sprungbewegung ein, bei der der hintere Fuß den Boden verläßt, ehe der vordere niedergesetzt ist.

Eines der Diagramme zeigt, daß die Schrittlänge mit dem Tempo zunächst zunimmt, aber später abzunehmen anfängt, ehe das Gehen zum Laufen wird. Man ändert sein Tempo bei diesem Punkte deswegen, weil von hier an die größere Geschwindigkeit mit einer geringeren Anstrengung möglich ist. Macht man seine Laufgeschwindigkeit größer, so wird zwar die gesamte Anstrengung größer, aber die drei in dem Diagramm sichtbaren Komponenten verteilen sich anders: die Komponente des Auf und Ab ist geringer, aber die Arbeit, die für das Schwingen der Beine aufgewendet wird, ist größer, und das Hauptelement (in der aufgewendeten Muskelleistung) ist der Energieverlust, der mit jedem Anhalten und jedem Anfangen verbunden ist, wenn die Sprungweite ein Maximum erreicht hat.

Die Geschwindigkeitsgrenze wird also durch zwei

Dinge bestimmt: erstens durch die physische Ausdauer bei der Arbeit, die man in steigendem Betrage aufwenden muß, wenn die Geschwindigkeit größer wird, und zweitens durch die physische Unmöglichkeit, die Beine über ein bestimmtes Tempo hinaus beliebig schnell hin und her zu bewegen. Fig. 2 zeigt die höchsten Geschwindigkeiten, die man beim Gehen und beim Laufen erreichen kann. Die Ordinaten stellen die Geschwindigkeiten dar und die Abszissen die Strecken, auf denen die betreffenden Geschwindigkeiten aufrecht erhalten wurden. Man sieht: die höchste *Gehgeschwindigkeit* beträgt auf einer kurzen Strecke 9 Meilen (14,48 km) die Stunde, aber auf einer Strecke von 100 Meilen (161 km) nur 5½ Meile (8,885 km) die Stunde. Die beim *Laufen* über 100 Yards (91,4 m) als höchste Geschwindigkeit bereits erwähnte beträgt 21½ Meile (34,6 km) die Stunde; auf einer Strecke von 100 Meilen (161 km) fällt sie auf nur 7½ Meile (12 km) die Stunde als mittlere Geschwindigkeit.

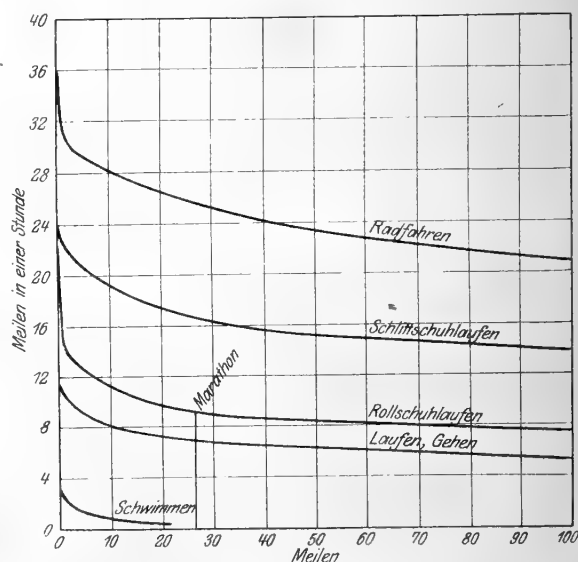


Fig. 2. Geschwindigkeits-Höchstleistungen durch menschliche Muskelkraft.

Die Geschwindigkeit des Läufers von Marathon ist nicht bekannt, aber eine jener historischen Strecke gleiche Strecke von 26 Meilen 385 Yards (42,18 km) wurde von einem Läufer in 2 Stunden 55 Minuten 18½ Sekunden zurückgelegt, d. h. mit einer Geschwindigkeit von 9 Meilen (14,48 km) die Stunde, was sich, wie die Kurve in Fig. 2 zeigt, mit den übrigen Resultaten sehr gut verträgt.

Was die menschliche Muskelkraft im Wasser leisten kann, zeigt die Kurve links unten: die größte durchschwommene Strecke, etwa 21 Meilen (33,8 km), ist ungefähr mit einer Meile (1,6 km) die Stunde zurückgelegt worden, eine kurze Strecke kann man allerdings ungefähr mit 4 Meilen (6,4 km) die Stunde durchschwimmen. — Die Flugleistung gehört hier nicht her, weil der Mensch bisher nicht vermöge seiner eigenen Muskelkraft fliegt, sondern dazu Maschinen von 20–100 Pferdekraften, d. h. von 200 bis 1000 Menschenkräften anwendet.

Untersucht man die Einzelheiten des Vorganges bei der Ortsveränderung der Tiere — der Kinematograph hat das ermöglicht —, so erkennt man, wodurch sich die künstlichen Hilfsmittel zur Unterstützung der menschlichen Muskelkraft von den Vorrichtungen

unterscheiden, die den Tieren zur Ortsveränderung dienen. Die Ortsveränderung des Menschen, des Pferdes, des Hundes, des Hirsches oder irgend eines anderen Tieres zeigt stets dasselbe charakteristische Merkmal: sie besteht aus einem Sprunge und aus einer Drehbewegung. Daher fehlt der Ortsveränderung durch den tierischen Organismus jene Stetigkeit der Bewegung, die geradezu entscheidend ist für die große Geschwindigkeit, die man bei der Ortsveränderung mit mechanischen Hilfsmitteln erreicht. Der Ersatz der ruckweisen Bewegung durch eine stetige ist durch denjenigen Mechanismus ermöglicht worden, der unter allen Erfindungen der Mechanik wohl die größte und doch die einfachste ist, durch das Rad. Das Rad ist vielleicht tausende von Jahren früher erfunden und benutzt worden, ehe der Mensch es lernte, die Kraft seiner Muskeln durch Dampfkraft oder durch andere Kräfte zu ersetzen, sein Ursprung verliert sich in völliger Dunkelheit.

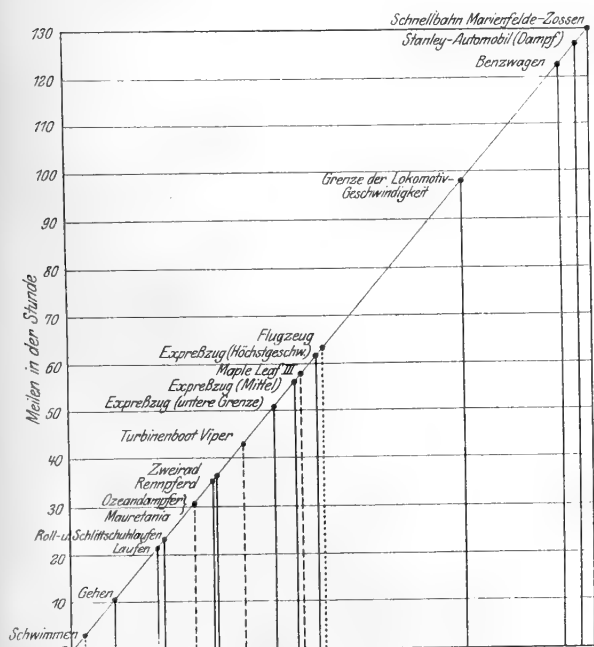


Fig. 3. Erreichbare höchste Geschwindigkeiten.

An Stelle einer hin- und hergehenden und veränderlichen Bewegung ermöglicht das Rad eine drehende und stetige. Mit einem Schlage beseitigt es daher die drei Verlustquellen, die dem tierischen Organismus bei der Ortsveränderung unvermeidlich sind. Die oberste Kurve der Fig. 2 zeigt im Vergleich mit den Kurven für Gehen und Laufen die Höchstleistungen auf einem Zweirad. In der erreichbaren Geschwindigkeit zeigt sich ein ähnlicher Unterschied, wie ihn die Kurven für Gehen und Laufen offenbaren: längs 1000 Meilen (1609 km) ist die Durchschnittsgeschwindigkeit 21 (33,6 km), längs einer viertel Meile (0,4 km) dagegen mehr als 35 Meilen (56 km) die Stunde.

Seltsamerweise sind im Schlittschuhlaufen und im Rollschuhlaufen die Höchstleistungen fast dieselben und weit unter denen des Zweirades, ein Beweis, daß das Hin und Her der Beine die Leistungsfähigkeit des Läufers begrenzt, gleichviel ob er auf dem Eise gleitet oder die Räder der Rollschuhe benützt. Und das ist der Fall, obwohl der Zweiradfahrer noch das Gewicht

des Rades mitnimmt. Aber die Hin- und Herbewegung seiner Beine ist infolge der Übersetzung im Zweirad so langsam, daß es ihm den in den Kurven sichtbaren Vorteil verschafft. Beim Schlittschuh- und beim Rollschuhlaufen bringt die Bewegung der Beine überdies Hebung und Senkung und den damit zusammenhängenden Verlust wie beim Laufen mit sich.

Der Theorie nach ist das Rad vollkommen, und ein vollkommen hartes kreisförmiges Rad sollte auf vollkommen harter Bahn keinen Widerstand finden. Aber gerade hierin hat das Rad Fehler, die den von der Natur gebauten Mechanismen fremd sind: Menschen und Tiere bewegen sich auf dem Knöchelgelenk in einer Weise, die dem Rollen eines gewöhnlichen Rades weit überlegen ist. Kein Rad ist ganz hart und ganz rund, und kein Weg ganz hart und glatt, daher ist stets ein mehr oder weniger großer Berührungsbogen vorhanden, der einen Verlust veranlaßt, da das Rad dort nicht wirklich rollt, sondern schleift und daher Reibung erfährt. Wie man bei dem gewöhnlichen Gange das Auf und Ab an der Tafel zeigen kann, so kann man zeigen, wie das Rad von einem Hindernis, dem es begegnet, aus seiner Bahn abgelenkt wird.

Es gibt daher zwei Wege, den Nutzen des Rades

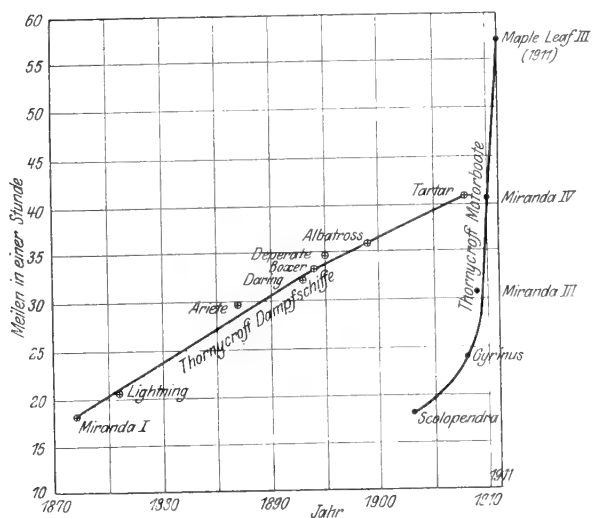


Fig. 4. Geschwindigkeiten von (Thornycroft) Kriegsschiffen und Motorbooten.

zu erhöhen: entweder man vervollkommen das Rad selber und härtet die Bahn — das führt zu der Eisenbahn — oder man läßt den Radreifen das Hindernis gleichsam verschlucken, das führt zu dem Pneumatikradreifen. Fig. 3 zeigt die gewaltigen, durch mechanische Hilfsmittel erreichten Fortschritte in den Geschwindigkeiten: die höchste auf einer Eisenbahn jemals erreichte Geschwindigkeit wird fast ganz auch durch Motorwagen erreicht. Der Darracq-Wagen mit 200 Pferdekraften hat längs zwei Meilen 122½ Meile (196 km) die Stunde zurückgelegt, ein Fiat-Wagen 126 Meilen (201,6 km), ein Stanley-Dampfwagen 127 Meilen (203,2 km) und ein Benz-Wagen 127½ Meile (204 km) die Stunde. Die höchsten auf einer Eisenbahn erreichten Geschwindigkeiten waren die auf der Versuchsstrecke der Schnellbahn Berlin—Zossen erzielt, mit einer Geschwindigkeit von etwa 130 Meilen (208 km) die Stunde. Benutzt wurden dazu 400 pferdige Motoren.

Welches ist nun die höchste erreichbare Geschwin-

digkeit im Wasser und in der Luft? Auf dem Wasser war es bis vor nicht langer Zeit die der verunglückten Turbinenboote *Viper* und *Cobra*, etwa mit 43 Meilen (68,8 km) die Stunde. Gegenwärtig gilt als die größte Geschwindigkeit die des von *Thornycroft* gebauten Torpedobootszerstörers *Tartar* mit 41 Meilen (65,6 km) die Stunde; Fig. 4 zeigt den Fortschritt dieser Bootsklasse während der letzten Jahre. Aber selbst die beiden ersterwähnten Boote sind übertroffen worden durch ein Boot, das, obwohl es in mancher Beziehung früheren Hydroplanbooten entspricht, von *Thornycroft* für eine gewisse Seetüchtigkeit bestimmt war. Den Fortschritt in der Steigerung der Geschwindigkeit dieser Bootsklasse zeigt eine besondere Kurve. Das Boot *Maple Leaf III* (1911) läuft — mit 600 Pferdekraften — nahezu 50 Knoten, d. h. nahezu 58 Meilen (93 km) die Stunde! Wie groß die Höchstgeschwindigkeit in der Luft momentan ist, ist schwer genau zu sagen, aber man kann sie mit ziemlicher Bestimmtheit etwas unter 70 Meilen (112 km) annehmen. — Fig. 3 zeigt die Höchstleistungen in den drei Elementen. Die beiden Faktoren, die die Geschwindigkeit der Ortsveränderung begrenzen, sind erstens die verfügbare motorische Kraft, zweitens die zu überwindenden Widerstände und die Art, in der diese wirken.

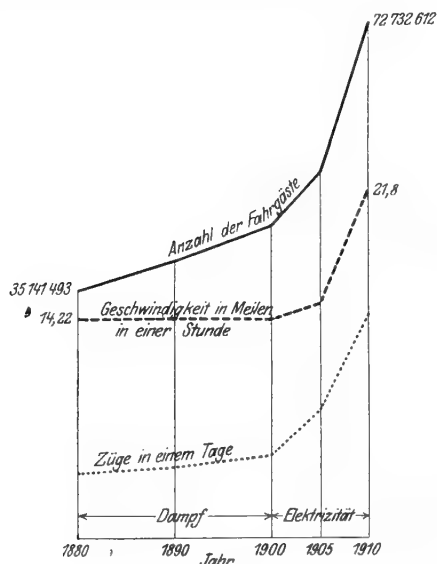


Fig. 5.

Da uns aber hier nur Geschwindigkeiten interessieren, die wir mit der genügenden Sicherheit anwenden können, so erhebt sich hier die Frage nach den etwaigen Verkehrshindernissen und nach dem Abstand, innerhalb dessen man bremsen kann. In der Praxis des täglichen Lebens hängen die beschränkenden Bedingungen für die Fahrgeschwindigkeit beim Reisen wie im städtischen Straßenverkehr hauptsächlich von dem Abstand ab, innerhalb dessen man mit Sicherheit anhalten kann. Da die Bevölkerung dauernd zunimmt, und daher immer weniger Raum für den einzelnen vorhanden ist, so wird die Frage der Bremsmöglichkeit immer wichtiger und gleichzeitig natürlich auch der Möglichkeit, schnell anzufahren, oder um es wissenschaftlich einzukleiden, der Fähigkeit, mit großer Geschwindigkeit sowohl positiv wie negativ Beschleunigung herbeizuführen. Dank der Vervollkommenung der Luftdruckbremse liegen die größten Ge-

schwindigkeiten auf mehreren Eisenbahnlinien bei 96 (153,6 km) bis 98 (156,8 km) Meilen die Stunde, ja sogar 100 Meilen (160 km) die Stunde mögen erreicht und sogar überschritten worden sein. Aber die höchste Geschwindigkeit, die in der Wirklichkeit anwendbar ist, ist selbst für die schnellsten Expreszüge natürlich sehr viel kleiner. Fig. 3 enthält die mittlere Eisenbahngeschwindigkeit der schnellsten Züge (ohne Aufenthalt) für die fünfzehn Hauptseisenbahnen Englands: die durchschnittliche Streckenlänge für die schnellen Fahrten ist 51,7 Meilen (82,7 km) und die durchschnittliche Höchstgeschwindigkeit 56,2 Meilen (89,92 km) die Stunde. Die größte unter diesen Höchstgeschwindigkeiten beträgt 61½ Meilen (98,4 km) die Stunde auf der 44½ Meilen (71,2 km) langen Strecke von Darlington nach York, und die niedrigste 51 Meilen (81,6 km) die Stunde auf der 51 Meilen (81,6 km) langen Strecke von Victoria Station bis Brighton.

Als anderes Beispiel für den wirklichen Personentransport führt *Hele-Shaw* den Untergrundbahnverkehr zwischen Mansion House und Ealing an. Fig. 5 zeigt die Erhöhung der Geschwindigkeit von der Eröffnung der Bahn (Metropolitan) an bis heute. Die unmittelbare Folge der Vergrößerung der Geschwindigkeit ist die dichtere Zugfolge und die Erhöhung der Anzahl beförderter Passagiere.

Zu Wasser wie zu Lande bleiben unsere wirklichen Geschwindigkeiten weit hinter den höchsten überhaupt möglichen zurück, und wir reisen tatsächlich mit nicht mehr als mit der Hälfte der möglichen Geschwindig-

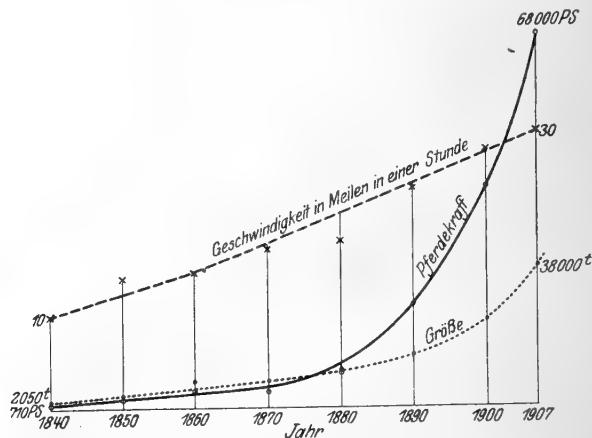


Fig. 6. Entwicklung der Ozeandampfer (Cunard).

keiten, wie (Fig. 3) an der Geschwindigkeit der *Mauretania* zu sehen ist. Fig. 6 zeigt den Fortschritt der atlantischen Schifffahrt mit der Cunard-Linie als Beispiel: die Pferdekraftzahl und die Wasserverdrängung sind viel schneller in die Höhe gegangen, als die Geschwindigkeit, und die Kurven zeigen deutlich, wie hoch die Pferdekraftzahl im Verhältnis zum Gewinn an Geschwindigkeit gestiegen ist. — Interessant ist schließlich auch *Hele-Shaws* Angabe, daß die „Reise um die Welt“, zu der *Phineas Fogg* 80 Tage und 19 000 £ für sich und seinen Diener brauchte, einer Mitteilung von *Cook* zufolge jetzt in der Hälfte der Zeit (und etwa für ein Fünftel der Summe) zu bewältigen ist. Mittlerweile jedoch hat ein anderer die Reise um die Welt in 39 Tagen, 19 Stunden, 43 Minuten, 37 Sekunden gemacht (und zwar für 242 £ 8 sh.).



## Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria) 1).

### 4. Ein Glasbodenboot für Küstenforschungen.

Die Entwürfe zu unserem Glasbodenboot sind im Winter 1911 entstanden, erbaut worden ist es im Frühjahr 1912 auf der Werft von *Giovanni Buranello* in Rovigno, und in Dienst steht es seit August—September desselben Jahres. Die Anforderungen an das Fahrzeug waren bald gegeben. Es war ein festes und hinreichend sicheres Boot nötig, mit dem sich der Meeresgrund so weit beobachten ließe, als es das klare Adriawasser erlaubt. Wegen der Klippen und Steinblöcke in der Nähe des Strandes mußte das Boot so flachgehend wie möglich sein (Fig. 4), und der Glasboden mußte so konstruiert werden, daß das Boot nicht in Gefahr liefe, wenn er einmal zertrümmert würde. Auch war Vorsorge zu treffen, daß das Glas leicht von Algenbelag gereinigt werden könnte.

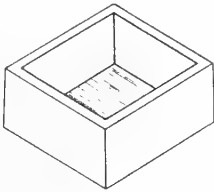


Fig. 1.

Eine kleine Summe von Erfahrungen stand uns bereits zur Verfügung. Wir hatten vor Jahren den Boden unserer Battana (das typische Flachboot der hiesigen Fischer) mit zwei festen Glasugen versehen und hatten damit die Einblicke in das Meer um ein Vielfaches zu steigern vermocht, die uns unsere kleinen



Fig. 2.

„Suchfenster“ (Fig. 1) verschafft hatten. Auch hatten wir eine vage Vorstellung von Motorbooten mit gläsernen Einsätzen, die man in Californien zu Vergnügungszwecken verwendet. So kam es, daß wir als Typ für unser Boot die „Platte“ wählten. Es entstand ein flaches und breites Boot von sieben Meter Länge und

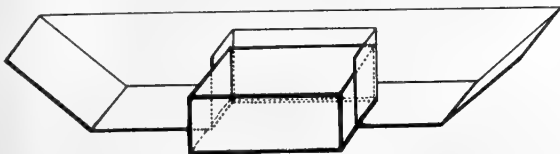


Fig. 3.

zweieinhalb Meter Breite, aus dessen Boden in der Mitte zwei Quadratmeter herausgeschnitten wurden (Fig. 2). Der Ausschnitt wurde mit senkrechten Wänden kastenartig umrandet, so daß das Boot in diesem Zustande schwimmfähig wurde.

1) Über den Zweck dieser kleinen Mitteilungen s. den 2. Band dieser Zeitschrift, S. 518.

Alle anderen Einrichtungen ergaben sich wie von selbst. Der Glaseinsatz war transportabel herzustellen. Die Scheibe wurde daher in einen beweglichen Rahmen gefügt (Fig. 3), mit dem sie bequem in das Boot ein- und ausgehoben werden kann. Liegt das Fahrzeug unbenutzt vor Anker, so befindet sich das Glasfenster an Land. Damit sich nicht unter der Scheibe Luftblasen ansammeln, die das Beobachten bei der Arbeit stören, mußte das Glas möglichst rahmenlos eingekittet werden. Bewegt wird das Boot durch Riemen oder, wenn es schneller fahren soll, durch ein vorgespanntes Motorboot. Wenn langandauernde Untersuchungen an einer bestimmten Stelle beabsichtigt sind, kann es durch vier Anker festgelegt werden. Um beim Beobachten die Spiegelungen der Scheibe auszuschalten, und um zugleich das von unten heraufdringende Licht voll auszunutzen, wird das ganze Boot mit schwarzen Stoffen überspannt, wozu das in der Fig. 4 sichtbare Stangenwerk angebracht ist.



Fig. 4.

Die Glaseinsätze des Bodens können mehrfach variiert werden. Der in der Fig. 4 dargestellte Einsatz besteht aus zwei Scheiben, die sich rechts und links von einem durch Klappen verschließbaren Loch befinden. Durch die eine Scheibe kann man beobachten, durch die andere das Beobachtete photographieren, und durch die Oeffnung hindurch kann man Lotungen vornehmen oder Tiere einfangen oder Grundproben heben. . . . Oder: man kann durch die eine Scheibe nachts ein Scheinwerferlicht in das Meer schicken und durch die andere beobachten, und durch die freie Öffnung gleichzeitig Fanggeräte aushängen. . . . Sehr bequem lassen sich durch die große freie Öffnung im Boot auch Beobachtungen mit hydrographischen Instrumenten anstellen.

Was uns das Boot bereits geleistet hat, läßt sich nur andeuten. Die ersten intimen Einblicke in die Welt des Meeres haben selbst die überwältigt, die es von Jugend auf kannten. Wir hatten uns das Meer nicht so schön gedacht.

Wie sich die Tiere bei Tag und wie sie sich bei Nacht benehmen . . . , wie die Bodenbesiedelung wechselt, je nachdem Seegang, Unterlage, Salzgehalt, Belichtung und Wärme wechseln . . . , wie die ertrunkenen Karrenfelder von der Brandungswelle bearbeitet werden . . . , wie die Grundfische ihre festen Standorte haben . . . , wie die Fischschwärme so gar nicht vor dem begleitenden Motorboot erschrecken (und daher die Klagen der

Fischer über Störung ihrer Fänge durch Kraftfahrzeuge gegenstandslos sind) . . . , wie Seesterne die unangreifbar scheinenden Seeigel überwältigen . . . , das sind nur einige der Eindrücke, denen sich andere in uner-schöpflicher Fülle anreihen.

Überraschend war es auch, die Fangwerkzeuge bei der Arbeit zu sehen. Da schob das Planktonnetz ein Wasserkissen vor sich her, so daß ihm ein beträchtlicher Teil der vor die Öffnung gekommenen Objekte verloren ging . . . , und da schüttete die Dredge ihre Fänge so oft wieder aus, als sie über Abhänge hinunter-



Fig. 5.

geschleppt wurde, und da stolperte und glitt sie gerade über die Tiere und Algen hinweg, die wir mit ihr zu erbeuten hofften. *Carl Chun* hat einmal das Bild von der „blind auswählenden Dredge“ gebraucht. Ob er je geahnt hat, wie viel er damit sagte? — Wir hoffen, daß sich aus solcher Beobachtung der Praxis der Instrumente noch manche Förderung ihrer Theorie ergeben wird.

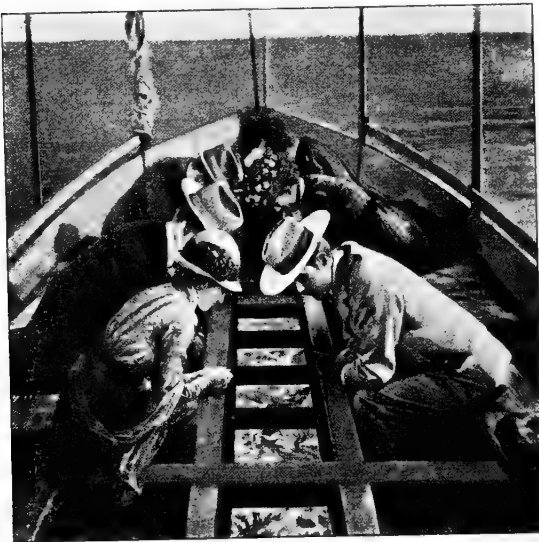


Fig. 6.

Die Sichttiefe, bis zu der wir in den Gewässern von Rovigno gelangt sind, ist 15—20 Meter. In der fernerer Umgebung (um Sansego und im Quarnerolo) gibt es Stellen, wo wir bis zu dreißig und mehr Metern gelangen könnten. Eine weitere Steigerung haben wir weder erwartet noch streben wir sie an.

Denn für die größeren Tiefen wird uns in kurzer Zeit ein weit vervollkommnetes Fahrzeug zur Verfügung stehen.

*Nachwort.* — In *The Illustrated London News*, Aug. 9, 1913, wird in Bild und Wort ein Boot geschildert, durch das die Besucher von Santa Catalina Island, California, die Herrlichkeiten der Meerestiefen bewundern können, ohne Taucherkostüme anlegen zu müssen. Wir fügen hier einige Bilder (Fig. 5 und Fig. 6) und die Beschreibung zum Vergleich mit dem von uns Erreichten an. Thanks to the ingenious invention of a writer well known on both sides of the Atlantic, Mr. *Charles Frederik Holder*, author of some remarkable studies on fish and fishing, it is now possible to admire the beauties of the deep without getting into a diver's costume. Mr. *Holder's* invention consists of a glass-bottomed boat — that is, one with a number of square openings in the underpart of the hull, which terminate at the lower end in sheets of thick glass. Passengers leaning against the balustrade over the openings can watch without difficulty the strange inhabitants of the sea, for the thickness of the glass enlarges objects without altering their shapes. — Die Zeitung hätte nur nicht die nach Aquarien gemachten photographischen Aufnahmen für typische und mit diesem Boot gewonnene Bilder ausgeben sollen.

##### 5. Suchfenster zu Studien in Küstennähe.

Es ist ein altes und, wie es scheint, auch weitverbreitetes Gerät, dem hier das Wort geredet werden soll. Vielleicht ist es auch neueren Datums und möglicherweise auch nur sporadisch verbreitet. Aber praktisch ist es gewiß.

Wenn den Fischer die zitternden Reflexe der unruhig bewegten Meeresoberfläche an dem Blick in die Tiefe hindern, so setzt er eine Holzkiste auf das Wasser, deren Boden er durch eine Glasscheibe ausgewechselt hat, Fig. 1 der vorigen Mitteilung. Wo uns das Glasbodenboot zu schwerfällig erscheint und wo es uns zu umständlich ist — ganz in der Nähe der Felsküste, in flacherem Wasser oder auf Ausflügen mit leichten Booten —, da bedienen wir uns auch in der Station seit je dieses Suchfensters.

*Ludwig Plate* empfiehlt den wissenschaftlichen Reisenden den „Wassergucker“ eindringlichst. Er leistet, sagt er, unschätzbare Dienste, „um ein genaues Absuchen auch nach kleinen oder schwer sichtbaren Formen zu ermöglichen. Man macht sich einen solchen aus einem Holzeimer oder aus einer 30 cm hohen Holzkiste, indem der Boden durch eine wasserdicht eingekittete dicke Glasscheibe (am besten Spiegelglas) von ca. 40 : 40 cm Größe ersetzt wird. Statt des Holzes kann man auch einen Zinkblechzylinder von 40 cm Höhe und 30 cm Durchmesser verwenden, welcher den Vorteil hat, daß man ihn schief ins Wasser halten kann, um in Felsenlöcher, Bodenvertiefungen und dergl. bequem hineinzusehen. Die Kiste hat andererseits den Vorzug, leicht zu schwimmen. Auf jeden Fall binde man an den oberen Rand des Wasserguckers einen Strick, dessen anderes Ende mit einer Schlinge an dem Handgelenk oder am Gürtel befestigt wird, damit die Meeresströmungen ihn nicht plötzlich auf tiefes Wasser hinaustreiben . . . Beim Sammeln dient er auch zum vorübergehenden Aufbewahren der Beute, da man Gläser oder Eimer nicht immer zur Hand hat.“ Dem badenden Naturfreunde preist *Carl J. Cori* das „Guckfenster“ an. „Indem man dieses auf die Wasseroberfläche legt, setzt man dem Meere sozusagen ein Fenster ein, durch welches man mit voller Deutlichkeit alles unter

Wasser beobachten kann. Wir können nicht warm genug diese Methode der direkten Beobachtung empfehlen, denn auf keine gleich bequeme und einfache Weise ist man imstande, sich so gut eine Vorstellung von der Bedeutung der Form der Meerespflanzen und -tiere in der Wechselbeziehung zur Außenwelt zu verschaffen. Ferner gewinnt man erst ein Bild von der zahlenmäßigen Verbreitung der marinen Tiere und Pflanzen eines Gebietes. Wenn ich recht unterrichtet bin, so haben die Rovignese Fischer den Sucher erst von unserer Station übernommen, die ihn ihrerseits in der Zoologischen Station Triest kennen gelernt hat. Sie nennen ihn Canocchiale, Fernrohr. Unter dem Fischereigerät der küstenländischen Fischer, das *Krisch* 1900 beschreibt, findet es sich nicht. Sicherlich ist es also nicht Gemeingut der Adrialänder. So verwenden ihn z. B. auch die Schwammfischer von Krappano (Krapanj), denen er nützliche Dienste beim Aufsuchen der Badeschwämme leisten könnte, noch nicht. Vielmehr beugen sie sich noch immer, wie in alten Zeiten, weit aus dem Boot heraus und halten die Augen dicht über das Wasser, was ja auch zum Ziele führt, aber natürlich weit mühsamer ist. Nach *Plate* bekommt man das Suchfenster „zuweilen in Hafenstädten (z. B. in manchen Plätzen des Mittelmeeres)“ zu kaufen. Zum Helgoländer Fischereigerät scheint es nicht zu gehören. Wenigstens finde ich es in *Paul Kuckucks* Nordseelotsen nicht erwähnt. Im Roten Meere ist es dagegen wieder zu Haus. Dort hat es *Cyril Cropland* bei den Perlenfischern der Sudanküste gesehen. Der Fischer examines the sea-bottom by means of a „water telescope“ (Arabic „Maraya“, a word also applied to mirrors, among other things), a paraffin tin with a glass bottom. The glass is pressed on the surface of the sea, thus flattening out ripples and giving a smooth surface through which, in this transparent sea objects can be clearly seen at a depth of from twenty, thirty, and sometimes even sixty feet. (Merely to see the bottom, without distinguishing small objects, is often possible at greater depths still.)

In letzter Zeit haben wir den Wirkungskreis der Suchfenster ein wenig mehr ausgestaltet und erweitert. Damit sie beim Baden zu sicheren Studien über die Konfiguration des Meeresgrundes benutzt werden können, haben wir ihre Größe bis zu  $\frac{3}{4}$  qm gesteigert.

Will sie der Schwimmer zum Einblick in tieferes Wasser verwenden, so findet er Griffe daran und einen Korkgürtel, so daß er sich auf den Apparat stützen kann.

Soll durch die Scheibe hindurch der Meeresgrund photographiert werden, so wird eine Hülle aus dünnem Segeltuch darüber gespannt, die die Scheibenreflexe verschwinden läßt und zugleich den photographischen Apparat und die Scheibe vor Wellenspritzern schützt. Die Hülle schließt auch den Kopf des Beobachters mit ein; für die Arme sind Einschlüpfe an den Seiten angebracht. — Solche Photographien sollten immer stereoskopische sein.

#### Literatur.

- L. Plate*. Das Sammeln und Konservieren wirbelloser Seetiere. — Dr. von *Neumayers* Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen, 3. Auflage, Band II, Hannover 1906.  
*Carl J. Cori*. Der Naturfreund am Strande der Adria und des Mittelmeeres. Leipzig 1910.  
*Anton Krisch*. Die Fischerei im Adriatischen Meere mit besonderer Berücksichtigung der österreichisch-ungarischen Küste. Pola 1900.

*Paul Kuckuck*. Der Nordseelotse. Hamburg 1908.

*Cyril Crossland*. Desert and Water Gardens of the Red Sea. Cambridge 1913.

#### 6. Noch einmal der oberkieferlose hungernde Aal.

Im 2. Bande dieser Zeitschrift habe ich von einem Aal erzählt, der durch eine starke Kieferverletzung daran gehindert war, sich durch geformte Nahrung zu erhalten, und es dennoch schon das vierte Jahr in Gefangenschaft aushielt. Wir haben das Tier noch 9 Wochen beobachten können. Dann ist es auf unaufgeklärte Weise verschwunden. Seit einem Sonntage im Mai 1914 (der unsern Aquarien viel Besuch gebracht hatte) vermissen wir ihn, — zusammen mit noch anderen Fischen in den benachbarten Behältern.

Dr. *Thilo Krumbach*.

### Kleine Mitteilungen.

Die von *H. Th. Simon* und seinen Schülern ausgeführten Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften des elektrischen Lichtbogens werden in einer Arbeit von *W. Grotrian*: (**Der Gleichstrom-Lichtbogen großer Bogenlänge**. Göttinger Dissertation 1915) auch auf den Lichtbogen sehr großer Länge ausgedehnt. Zur Erzeugung des Lichtbogens diente eine Hochspannungsgleichstrommaschine, die bei 5000 Volt 3 Ampère zu liefern imstande war. Da ein Lichtbogen in freier Luft sich deswegen nicht über eine gewisse Länge ausziehen läßt, weil die aufsteigende erwärmte Luft ihn abreißt, wurde zur Herstellung des langen Lichtbogens ein Verfahren benutzt, das von *Schönherr* angegeben ist und welches darauf beruht, daß der Lichtbogen in einem zylindrischen Rohr brennt und zwar innerhalb eines durch einen Ventilator erzeugten, aufsteigenden Luftwirbels, in dessen Wirbelmittellinie er vollkommen stabil und ruhig stehen bleibt. Man kann mit diesem Verfahren bei entsprechender Spannungserhöhung Lichtbögen bis zu 3 m Länge betreiben. Die von *Grotrian* ausgeführten Versuche behandeln den Lichtbogen bis zu 0,8 m Länge, und zwar wurde in erster Linie die Abhängigkeit der Spannung von der Stromstärke, d. h. die „Charakteristik“ aufgenommen. Dabei zeigt sich, daß im Gegensatz zum kurzen Lichtbogen das Material der Elektrode geringen Einfluß hat, daß dagegen das umgebende Gas die Charakteristik stark verschiebt. Ferner wurde der Potentialabfall im Lichtbogen gemessen, indem an verschiedenen Stellen Sonden eingeführt wurden und die Potentialdifferenz zwischen Sonde und der einen Lichtbogenelektrode gemessen wurde. Das Resultat ist, das auch hier ein Anoden- und ein Kathodenfall in der Nähe der Elektroden vorhanden ist, daß dagegen die Spannung im Lichtbogen selbst linear abnimmt. Der Lichtbogen großer Länge hat deswegen besonderes Interesse, weil mit seiner Hilfe eine ergiebige Stickstoffgewinnung aus der Luft möglich ist.

*P. Lg.*

**Fett aus Klärschlamm.** Die Nutzbarmachung der in den Abwässern der Städte enthaltenen Fette würde einen vollkommenen Ersatz für die große Menge Fette und Öle schaffen, die jährlich in Deutschland eingeführt werden müssen. Man hat berechnet, daß auf jeden Deutschen 10 g Fett pro Tag mit den Abwässern weggehen, was einen jährlichen Verlust von ungefähr 59 Millionen Mark bedeutet. Bei der Klärung der Abwässer in Klärbecken findet sich der größte Teil des Fettes in dem sich am Boden absetzenden

Schlamm. Dieser Klärschlamm enthält in größeren deutschen Städten im Mittel 17 % Fett. Der Schlamm der englischen Industriestadt Bradford mit ihren zahlreichen Wollwäschereien weist sogar 40 % Fett auf. Bereits in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde auf Veranlassung Prof. *Bechholds* in Frankfurt a. M. eine Versuchsanlage zum Zwecke des Studiums der Abwässerfettfrage errichtet. In dieser Anlage wurde der wasserhaltige Schlamm mit einem Fettlösungsmittel unter 100° C. behandelt. Der entfettete Schlamm ist durch Pressen leicht zu entwässern, während der unbehandelte Schlamm auf Grund seiner kolloiden Eigenschaften das Wasser hartnäckig zurückhält. Die Entfettung des Abwasserschlammes bedeutet zugleich eine ideale Lösung der kommunaltechnisch wichtigen Frage der Abwasserschlammbeseitigung. Trotzdem der Abwasserschamm infolge seines Fett- und Stickstoffgehaltes und seiner Heizkraft wertvoll ist, verursacht er den Gemeinden in der Regel nur große Kosten, da seine Trocknung mit Schwierigkeiten verbunden ist. Die Versuchsergebnisse der oben erwähnten Frankfurter Anstalt waren nach allen Richtungen hin so befriedigend, daß sich ein „Konsortium zur Verwertung städtischer Abwässer“ bildete. Das Programm dieses Konsortiums, nämlich alle wirtschaftlichen Werte aus dem Schlamm herauszuholen und denselben zugleich zu beseitigen, wurde knapp vor Kriegsausbruch in einer neuen größeren Versuchsanlage in Buchenhofen bei Elberfeld verwirklicht. Man erhält nach dem von Prof. *Bechhold* u. a. ausgearbeiteten Verfahren ein schwarzes Rohfett, das sich durch Destillation in 50 % festes Stearin und 50 % flüssiges Olein trennen läßt; Destillationsrückstand ist ein Pech (goudron), das als Isolationsmittel, Schmiermittel usw. verwendet werden kann. Der entfettete und entwässerte Schlamm ist in erster Linie für Heizzwecke verwertbar. Infolge seines Stickstoffgehaltes (3,2 %) kann der Schlamm auch als Düngemittel benützt werden. Die Verbrennung des Schlammes ergibt eine Schlacke, die sich zu Wegbauten und vielleicht auch zu Kunststeinen eignet (*Chem.-Ztg.* 45, 283, 1915).

O. F.

**Die Gewinnung von Gasolin aus Naturgas.** Die Nachfrage nach Benzin hat, veranlaßt durch die lebhafte Entwicklung des Automobilverkehrs und des Flugwesens, einen solchen Umfang angenommen, daß die in den verschiedenen Erdölen enthaltenen Mengen an niedrigsiedenden Kohlenwasserstoffen bald nicht mehr ausreichen werden, den rasch zunehmenden Benzinbedarf zu decken. Auch die Einführung des aus den einheimischen Kokereien stammenden Benzols als Benzinersatz vermag an dieser Entwicklung nur wenig zu ändern, so daß die von der chemischen Industrie seit einiger Zeit unternommenen Versuche zur künstlichen Gewinnung von Benzin aus hochsiedenden Ölen sehr zu begrüßen sind. Während aber diese Versuche bis jetzt noch nicht zum Abschluß gelangt sind, hat man in den Vereinigten Staaten von Amerika, wo der Automobilverkehr bekanntlich eine besonders große Ausdehnung angenommen hat, eine neue Quelle zur Gewinnung des wertvollen Brennstoffes gefunden, und zwar in dem *Naturgas*, das in überaus großer Menge an zahlreichen Stellen der Vereinigten Staaten dem Boden entströmt und schon seit langer Zeit in Rohrleitungen von gewaltiger Länge nach Chicago, Pitts-

burg und zahlreichen anderen Städten geleitet wird, wo man es in Fabriken und Häusern zum Heizen benutzt. Die Abscheidung des Benzins (Gasolins) aus dem Naturgas erfolgt durch Kompression, wobei die in dem Naturgas enthaltenen leichtsiedenden Kohlenwasserstoffe verflüssigt werden. Die so erhaltene Flüssigkeit besteht in der Hauptsache aus den Kohlenwasserstoffen Pentan und Hexan, die auch die Hauptbestandteile des aus Erdöl gewonnenen Benzins sind. Die Verflüssigung dieser Kohlenwasserstoffe wird befördert, wenn man das Naturgas während der Kompression gleichzeitig auch noch abkühlt. Da das abgeschiedene Gasolin sich sehr leicht verflüchtigt, muß es in großen Tanks *unter Druck* aufbewahrt werden. Es sind in den Naturgasgebieten der Vereinigten Staaten bereits viele Tausende solcher Kompressionsanlagen in Betrieb, und die Produktion von Gasolin nimmt von Jahr zu Jahr in ganz gewaltigem Maße zu. S.

**Über die Rolle der Kalksalze und ihre Wichtigkeit bei der menschlichen Ernährung, namentlich im Kriege,** wird in einem Aufsatz von O. *Loew* in Nr. 12 des 3. Jahrganges der illustrierten medizinischen Zeitschrift *Hyg.*, München, Näheres berichtet. Der Kalk ist für unsere ganze Ernährung und unser Wohlbefinden überaus wichtig, zumal das Calcium nach den bedeutenden Untersuchungen und Beobachtungen von *Loew* einen wesentlichen Bestandteil des Zellkernes, vielleicht sogar dessen wichtigsten Bestandteil bildet. Das gilt sowohl für den Zellkern der pflanzlichen, als auch der tierischen Zelle. Nach allen bisher gemachten Erfahrungen sind die günstigen Wirkungen einer erhöhten Zufuhr von Kalk zum menschlichen Körper meist sehr auffallende. Diese günstigen Wirkungen würden nach *Loew* auch besonders für den Soldaten im Felde sehr wertvoll sein: Vor allem, wenn man bedenkt, daß durch die Stärkung der Widerstandsfähigkeit des Körpers Erkältungen aller Art verhindert oder wenigstens stark abgeschwächt werden können.

Nach *Loew* wirken Kalksalze in geeigneter Form und Menge geradezu Wunder. Bei Verwundeten würden nicht nur Knochenverletzungen weit rascher heilen, wenn jeden Tag 2–3 g kristallisiertes Chlorcalcium ( $\text{CaCl}_2$ ) oder 3–4 g milchsaurer Kalk dargebracht würden, sondern die Genesung würde meist wohl auch bei anderen Verwundeten zweifellos beschleunigt werden. *Loew* spricht sein Bedauern darüber aus, daß die Ärzte der militärischen Oberbehörden in Berlin die anerkannt nützlichen Wirkungen der Kalksalze im Felde und in den Lazaretten nicht genügend zur Anwendung bringen.

Wenigstens sollte man (nach *Loew*) das Calciumbrot, das besonders in Bayern bzw. Süddeutschland schon vielfach verbraucht wird, auch im Felde statt des gewöhnlichen Brotes herzustellen suchen. Seine Herstellung kann übrigens durch Verwendung von sog. Calcifarinmehl, einer Verbindung von Chlorcalcium mit Mehl, einer Art Doppelverbindung, die an der Luft nicht feucht wird, sehr vereinfacht werden. Von diesem „Calcifarin“ braucht man einfach nur 5 Teile mit 100 Teilen des Mehles zu vermischen, aus dem das Brot gebacken werden soll. Die vielen bisherigen Versuche und günstigen Erfahrungen verdienen jedenfalls die volle Beachtung aller Volkskreise. Auf Einzelheiten der Kalkfrage kann hier nicht näher eingegangen werden. B. H.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 23.

4. Juni 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Fiktion und Hypothese. Von *Dr. M. Kronenberg*,  
*Berlin*. S. 285.

Die elektrolytische Darstellung von Legierungen  
aus wässerigen Lösungen. Von *Prof. Dr.*  
*Robert Kremann*, *Graz*. S. 289.

### Besprechungen:

Pagels, J. L., Einführung in die Geschichte der  
Medizin. Von *R. Kobert*. S. 293.

Die Entwicklung der Brille III. Von *Moritz*  
*von Rohr*. S. 294.

Der Jahresbericht des American Museum of  
Natural History über das Jahr 1914. Von *A.*  
*Berliner*. S. 294.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. S. 296.

Kleine Mitteilungen. S. 297.

### Zeitschriftenschau:

Physikalische Zeitschrift. S. 298.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen  
Gesellschaft. S. 299.

Beihefte zum Botanischen Zentralblatt, Abt. I.  
S. 299.

Zeitschrift für Botanik. S. 300.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesell-  
schaft. S. 300.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie.  
S. 300.

Für

**chemische und elektrochemische Industrie**

**Papier- und Pappenfabrikation**

Billige Terrains, Gleisanschluß,  
günstige Produktionsbedingungen,  
vorteilhafter Kraftbezug im Ver-  
sorgungsgebiet der Sächsischen  
Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft  
im Südwesten des  
Königreichs Sachsen

Näheres durch die Betriebsdirektionen der Werke:

Elektricitätswerk a. d. Lungwitz, Oberlungwitz in Sachsen  
Elektricitätswerk a. d. Pleiße, Werdau in Sachsen  
Elektricitätswerk Obererzgebirg, Schwarzenberg in Sachsen



## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 59, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

# Deutschlands Platz an der Sonne

Ein Briefwechsel englischer Politiker aus dem Jahre 1915

Herausgegeben von

**Ferdinand Tönnies**

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Kiel

Preis M. —.50.

Vor kurzem erschien:

# Englische Weltpolitik in englischer Beleuchtung

Von

**Ferdinand Tönnies**

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Kiel

Preis M. 1.—

Vor kurzem erschien:

# Eine Frage!

Wie erhalten wir der Zukunft die  
erhebenden Kräfte dieses Krieges?

Von

**Johannes Marbod**

Preis M. —.50

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

4. Juni 1915.

Heft 23.

## Fiktion und Hypothese.

Von Dr. M. Kronenberg, Berlin.

Wenn man die vergangene Kulturperiode, insbesondere die letzten zwei bis drei Menschenalter, nach ihrem besonders hervorstechenden Zuge charakterisieren wollte, so pflegte man sie mit gutem Grunde als das Zeitalter der *Technik* zu bezeichnen. Dieser Ausdruck wird nicht immer in genau demselben eindeutigen Sinne genommen. In seiner allgemeinsten, umfassendsten Bedeutung weist er jedenfalls zunächst auf die Tatsache hin, daß in dieser Periode der Sinn der Menschen in ganz besonderem Maße auf das Praktisch-Nützliche, auf das, was unmittelbar dem Leben dienen könnte, gerichtet war, und daß daher auch das theoretische Interesse dem praktischen überwiegend untergeordnet, die Erkenntnis von der Frage nach ihrer praktischen Verwertbarkeit teils veranlaßt, teils wenigstens stark mitbestimmt wurde. Das gilt nicht bloß, wie man häufig meint, für die Technik im engeren Sinne, derjenigen nämlich, die mit den theoretischen Naturwissenschaften\* verschwistert ist; es gilt z. B. ebenso für die Technik des sozialen Lebens, deren Aufgaben und Bedürfnisse zahlreiche Zweige der Sozialwissenschaft teils in stärkster Weise beeinflußt und bestimmt, teils überhaupt erst ins Leben gerufen haben.

Unter solchen Umständen ist es erklärlich genug, daß allmählich in immer stärkerem Grade die Meinung um sich griff, nicht bloß dieses oder jenes einzelne Erkenntnisgebiet, sondern die Erkenntnis überhaupt sei unter technischen Gesichtspunkten zu betrachten, das Denken werde nicht nur tatsächlich von den praktisch-nützlichen Lebenszwecken bestimmt, sondern müsse ihnen auch immer bewußter untergeordnet und in ihren Dienst gestellt werden. Ja, für diese Auffassung mußte so schließlich das Denken selbst einen technischen Charakter annehmen, als ein Mechanismus, eine Maschine, ein Instrument im Dienste des Lebens betrachtet werden, die Logik also als eine Art Technologie des Erkennens zu gelten haben.

Diese Auffassungsweise ist denn auch in der jüngsten Vergangenheit vielfach schon hervorgetreten, bald mehr, bald weniger deutlich und bestimmt, das eine Mal innerhalb engerer Grenzen, und dann wieder in ausgedehnterem Maße. Aber sie hat bis jetzt wohl noch keinen so klaren und konsequenten Ausdruck gefunden wie in dem unlängst erschienenen Werke des Hallenser Philosophen *Hans Vaihinger* über die Philosophie des Als Ob<sup>1)</sup>. Es hat in dieser Hinsicht auch

von verschiedenen Seiten her berechnigte Aufmerksamkeit gefunden, so daß der umfangreiche Band von 800 Seiten schon nach kurzer Zeit in der eben vorliegenden zweiten Auflage erscheinen konnte.

Zu diesem Erfolge des Buches haben wohl seine Schicksale und die eigenartigen Umstände, unter denen es ans Licht trat, einiges beigetragen. Es ist seinen wesentlichen Hauptstücken nach bereits vor mehr als einem Menschenalter, Ende der siebziger Jahre, entstanden und alsdann infolge mannigfacher innerer und äußerer Hemmungen, über die im Vorwort eingehend berichtet wird, liegen geblieben. Dies war der Grund, weshalb der Verfasser sich beim ersten Erscheinen zunächst nur als Herausgeber, also mit der Fiktion, daß ein anderer das Buch verfaßt habe, bezeichnete und erst nachträglich, als das Werk Anklang fand und vielfach sehr beifällig begrüßt wurde, sich zu seiner Autorschaft bekannte. Denn „was der Fünfundzwanzigjährige geschrieben hat, dem steht der Sechzigjährige ganz anders und als ein ganz anderer, ja als ein Fremder, gegenüber. Mit gereifter Kritik sieht der Ergraute die vielen Unvollkommenheiten des Jugendwerkes, und er mußte es daher für eine Art Anmaßung halten, wenn er ohne weiteres der wissenschaftlichen Welt zumutete, das als sein Werk aufzunehmen, was nicht mehr sein Werk ist, und das doch seinen unterdessen bekannt gewordenen Namen getragen hätte.“ Dazu kommt dann als weiterer bestimmender Grund, daß dem Verfasser eben erst jetzt die Zeitdisposition günstig erschien für die Aufnahme seiner Gedanken. Er nennt in dieser Hinsicht zahlreiche Namen und literarisch-wissenschaftliche Erscheinungen, die sich mit seiner Auffassung im ganzen oder im einzelnen nah berühren, und er zieht diese auch im Fortgang des Werkes immer wieder zur Stütze seiner Darlegungen heran.

Indessen ist es doch natürlich vor allem der innere Wert des Buches, der die weitgehende Beachtung, die es gefunden, durchaus rechtfertigt. Es verdient solche auch an dieser Stelle um so mehr, als der Verfasser ausdrücklich hervorhebt und weiterhin erweist, daß zu jener Zeit, als seine Gedanken bereits feststanden, sie „im wesentlichen beeinflußt waren durch mathematische und naturwissenschaftliche Studien, besonders durch den damals in seiner Vollblüte stehenden Darwinismus und dessen erste Anwendungen auf

<sup>1)</sup> Die Philosophie des Als-Ob. System der theoretischen, praktischen und religiösen Fiktionen der Menschheit auf Grund eines idealistischen Positivismus. Mit

einem Anhang über Kant und Nietzsche; von *Hans Vaihinger*. 2. durchgesehene Auflage. Berlin 1913. Verlag von Reuther & Reichard.

das geistige Leben“. Er nennt dann als diejenigen Philosophen, die ihn „am stärksten gepackt hatten“, *Kant* und *Schopenhauer* sowie den von beiden abhängigen *F. A. Lange*. Letzterer, dem die Grundgedanken des Werkes von *Vaihinger* brieflich dargelegt worden waren, schrieb kurz vor seinem Tode an den Verfasser den Satz, welcher jetzt dem Werke als Motto vorangesetzt ist: „Ich bin überzeugt, daß der hier hervorgehobene Punkt einmal ein Eckstein der philosophischen Erkenntnistheorie werden wird.“ In zweiter Linie waren dann auch *Fichte* und *Hegel* von Einfluß auf den Verfasser, sodann der Empirismus und Positivismus von *J. St. Mill*, die Psychologie von *Wundt* und *Steinthal*, sowie das Werk von *Horwicz* „Psychologische Analysen auf physiologischer Grundlage“, von dem er bekannt, daß es einen „unauslöschlichen Eindruck“ auf ihn gemacht habe.

\* \* \*

Die erste grundlegende Voraussetzung ist für *Vaihinger* die Unterordnung der Intelligenz unter den Willen, der Theorie unter die Praxis. Er berührt sich also aufs nächste nicht nur mit dem Voluntarismus, sondern auch mit dem neuzeitlichen Pragmatismus<sup>1)</sup>, der den Wert jeder Einsicht danach bemißt, was sie für die praktischen Lebensbedürfnisse und Forderungen bedeutet. *Vaihinger* zitiert zustimmend das Wort *Steinthals*: „Wir bedürfen des Wissens von der Welt der Dinge und von unserem Selbst und von dem Zusammenhange der Dinge untereinander und mit uns, um leben zu können.“ *Steinthal* führt — ganz im Sinne der modernen Betrachtungsweise — drei Hauptarbeiten an, zu denen das Wissen berufen ist: Aufsuchung der Nahrung, Einleitung der Befruchtung, Schutz vor Unwetter. „Das Wissen ist also ein dem Haushalt der Natur unentbehrlicher Faktor. Es tritt zu den physikalischen und chemischen Wirkungen hinzu, um den Bestand des Menschengeschlechts und des Tierreichs zu ermöglichen; es führt die materiellen Bedingungen herbei, deren das Leben bedarf.“

Dementsprechend ist nach Ansicht des Verfassers auch die Erprobung der Richtigkeit logischer Produkte durchaus in die Hand der Praxis gelegt, und der „Zweck“ des Denkens ist ihm nicht die Abspiegelung einer äußeren objektiven Welt, sondern die Ermöglichung der Berechnung des Geschehens und des Einwirkens auf das letztere. Und in demselben Sinne hat die ganze Vorstellungswelt in ihrer Gesamtheit (von der ja die logischen Produkte nur ein Teil sind) „nicht die Bestimmung, ein Abbild der Wirklichkeit zu sein — es ist dies eine ganz unmögliche Aufgabe —, sondern ein Instrument, um sich leichter in derselben zu orientieren. Im gesamten Gefüge des kosmischen Geschehens sind

auch die subjektiven Denkbewegungen mit einbegriffen. Sie sind die höchsten und letzten Resultate der ganzen organischen Entwicklung; die Vorstellungswelt ist gleichsam die letzte Blüte des ganzen kosmischen Geschehens; aber darum eben ist sie kein Abbild desselben im gewöhnlichen Sinne. Die logischen Prozesse sind ein Teil des kosmischen Geschehens und haben zunächst nur den Zweck, das Leben der Organismen zu erhalten und zu bereichern; sie sollen als Instrumente dienen, um den organischen Wesen ihr Dasein zu vervollkommen.“

Als Instrumente sind sie zu betrachten! Das ist hier im genaueren Wortsinne zu nehmen. Denn eine grundlegende Voraussetzung ist für den Verfasser auch die *mechanistische* Vorstellungsweise, die ihren Geltungsbereich auch unbedingt auf alles Psychische erstreckt. Er sagt ausdrücklich: „Man muß nur energisch mit dem Vergleich der psychischen Vorgänge mit mechanischen Vorgängen Ernst machen, nicht nur mit mechanischen Vorgängen in dem Sinn rein physikalischer Phänomene, sondern auch in dem Sinn, in welchem die Mechanik die mechanischen Vorrichtungen zur Ausnützung und Kraftsteigerung, also z. B. Hebel, Rolle, Schraube, schiefe Ebene usw. betrachtet. In der Mechanik des Geistes finden ähnliche Vorgänge statt. Die psychischen Vorgänge sind nicht bloß in dem Sinne mechanisch, daß sie mit *gesetzlicher Notwendigkeit* erfolgen, daß die Verbindungen, Verschmelzungen und Apperzeptionen mechanisch vor sich gehen, sondern sie folgen auch in dem Sinne den Gesetzen ihrer eigenen spezifischen Mechanik, als durch solche mechanischen Vorrichtungen, wie sie auch die physische Mechanik kennt, die elementaren, von der Natur dargebotenen Kräfte verarbeitet und verwertet werden. Die Psyche ist also nicht allein in dem Sinne eine Maschine, als in ihr alles nach psychomechanischen und psychochemischen Gesetzen vor sich geht, sondern auch in dem Sinne, daß durch diese mechanischen Vorgänge die natürlichen Kräfte gesteigert werden. Eine Maschine ist eine solche Vorrichtung des praktischen Mechanikers, durch welche eine verlangte Bewegung mit dem geringsten Kraftaufwande ausgeführt wird. Dies Erfordernis erfüllt die menschliche Psyche, unter dem Gesichtspunkt einer psychischen Maschine betrachtet, in hohem Grade; darum eben ist sie zweckmäßig.“

Der Verfasser untersucht nun freilich diese psychische Maschine nicht in ihrem ganzen Umfange und nach allen ihren Verrichtungen; ja auch nicht einmal alles das, was gemeinhin unter dem Begriff der Logik und Erkenntnislehre befaßt zu werden pflegt. Vielmehr beschränkt er sich auf denjenigen Teil, den er als Theorie der Fiktionen (und Hypothesen) bezeichnet, aber allerdings in dem Sinne, daß von hier aus fortwährend Streiflichter auf den ganzen Umkreis der logischen Funktionen fallen und so der ge-

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu 2. Jahrgang der Naturwissenschaften, Heft 3 (16. I. 1914), Seite 66 und 67; sowie im zweiten Teile dieses Aufsatzes Heft 24.

samte Mechanismus des Denkens, ja weiterhin selbst die wichtigsten allgemeinen psychischen Funktionen durchleuchtet werden. Denn „wie man die psychische Maschine selbst wieder in einzelne Teile und Mechanismen zerlegen kann, und wie man dann die ganze Tätigkeit der Maschine als den Zweck betrachten kann, dessen Erfüllung der Teilmechanismus erleichtert (Zweck ist also ein Relatives) — so kann man auch das Denken, die Denkmachine, wieder zerlegen in ihre einzelnen Teile, und die ganze Tätigkeit der Denkmachine als Zweck betrachten, dem die einzelnen Vorstellungen dienen“. In diesem Sinne ist „die logische Theorie der Fiktionen nichts als eine ausgeführte Mechanik des Denkens, oder, um die beiden Bedeutungen der Mechanik nicht zu konfundieren, eine Maschinenlehre des Denkens, eine Technologie der logischen Funktion“.

Unter der fiktiven Tätigkeit der logischen Funktion versteht der Verfasser gewisse *Kunstgriffe* des Denkens, vermittelt deren er versucht, sein Ziel indirekt, auf Umwegen zu erreichen — das Produkt dieser fiktiven Tätigkeit sind die Kunstbegriffe oder *Fiktionen*. Diese sind also psychische Instrumente ähnlich den physischen, vergleichbar etwa den künstlichen Verlängerungen und praktisch zweckmäßigen Kraftsteigerungen des Armes und der Hand durch die zahlreichen mechanischen Geräte und Werkzeuge (Hebel, Bohrer usw.). Wie mit derartigen Werkzeugen der Arm sein praktisches Ziel, die erstrebte Bewegung von Körpern oder Körperteilen, erreicht, die ihm ohne solche künstlichen Umwege nicht möglich wären, so erreicht die Psyche mit den Fiktionen ähnlich auch ihr praktisches Ziel, nämlich die Bewegung von Vorstellungen im Sinne ihrer Reduktion auf unmittelbare Empfindungen. Denn durch diese letzteren allein — auch das ist eine grundlegende Voraussetzung *Vaihingers*, die ihn in Übereinstimmung bringt mit dem modernen Phänomenalismus<sup>1)</sup> — können wir des „Wirklichen“ im Sinne einer praktischen Orientierung habhaft werden, es so „begreifen“; die Fiktionen selbst dagegen, die diesen Zwecken als Hilfsmittel dienen, bezeichnen nichts Wirkliches, sondern sind eben eine bloße Annahme, die eben darum auch nur so lange Geltung und Wert hat, als man ihrer zu jenen praktischen Zwecken bedarf, ganz ebenso wie das mechanische Werkzeug der Hand, das man beiseite legt, wenn der Zweck seiner Anwendung erreicht ist. Und so wie die physisch-mechanischen Werkzeuge immer mehr vervollkommen und verfeinert werden, um dem erstrebten Zwecke besser dienen zu können, so findet natürlich auch eine stetige Vervollkommenung und Verfeinerung der Instrumente des Denkens, der Fiktionen, statt, wobei dann auch Fiktionen, die lange Zeit allein im Gebrauch waren und für den Wissenschaftsbetrieb unent-

behrlich schienen, ganz verdrängt und durch völlig neue ersetzt werden.

Eine Fiktion solcher Art ist z. B. der Begriff des *Atoms*. Wir wollen uns die Struktur oder die Mischung chemischer Substanzen klarmachen und verdeutlichen — das können wir nicht ohne weiteres; aber nun fingieren wir, es gebe kleinste Teile ohne Teilbarkeit, die Atome, die sich verbinden und wieder trennen, und nun, mit Hilfe dieser Fiktion, gelangen wir zu dem gewünschten Erkenntnisziele. Oder wir wollen etwa in der Mathematik den Kreis begreifen, wir wollen ihn vor allem auch im praktischen Sinne berechnen — wir vermögen es nur indirekt, indem wir die Kreislinie als eine Gerade ansehen, die beständig ihre Richtung ändert, die Kreisfläche uns vorstellen, *als ob* sie ein Polygon mit unendlich vielen Seiten wäre. Oder, um noch ein Beispiel aus den Geisteswissenschaften heranzuziehen: Als *Adam Smith* die Nationalökonomie als Wissenschaft begründete, verfuhr er in der Art, daß er gänzlich abstrahierte von allen altruistischen Motiven, die im wirtschaftlichen Leben mit wirksam sind (Gerechtigkeit, Billigkeit, Sittlichkeit, Wohlwollen usw.) und alle wirtschaftlichen Handlungen der Gesellschaft so betrachtete, *als ob* sie einzig und allein vom Egoismus diktiert wären.

Das Wesen der Fiktionen also — da sie in der Regel mit der Partikel „als ob“ eingeleitet werden können, so bezeichnet dem Verf. der Ausdruck „Philosophie des Als Ob“ ebendasselbe wie philosophische Theorie der Fiktionen — wird also vor allem gekennzeichnet durch zwei charakteristische Merkmale: einmal, daß sie nichts *Wirkliches* bezeichnen, mit der Wirklichkeit in Widerspruch stehen und in der Regel deshalb auch für sich selbst widerspruchsvoll sind, und sodann, daß sie ungeachtet dessen nicht nur Wert, sondern hohen und höchsten Wert besitzen für die Erkenntnis, für die sie schlechterdings unentbehrlich sind. So bezeichnet der Begriff Atom etwas Unwirkliches, ja im Grunde etwas in sich Widerspruchsvolles und geradezu Ungereimtes (ein raumfüllender Körper ohne räumliche Ausdehnung!) — und doch ist dieser Begriff bis heute den Naturwissenschaften unentbehrlich gewesen und hat ihren Fortschritten die größten, unschätzbarsten Dienste geleistet.

Nach beiden Richtungen hin ist die Fiktion wohl zu unterscheiden von der *Hypothese*, mit der sie zwar zusammenhängt, auch sich wohl berührt, so nah oft berührt, daß beide schwer unterschieden werden können, von der sie aber doch durchaus verschieden ist und getrennt werden muß. Beide, Fiktion und Hypothese, sind freilich ursprünglich bloße Annahmen; aber die Fiktion nimmt etwas an, was nicht wirklich ist und auch nicht sein kann, dagegen die Hypothese geht stets auf die Wirklichkeit, d. h. das in ihr enthaltene Vorstellungsgebilde macht den Anspruch oder hat die Hoffnung, sich mit einer

<sup>1)</sup> S. vorhergehende Fußnote.

einst ergebenden Wahrnehmung zu decken: sie unterwirft sich der Probe auf ihre Wirklichkeit und verlangt schließlich *Verifikation*, d. h. sie will als wahr, als wirklich, als realer Ausdruck eines Realen nachgewiesen werden. Ausnahmslos will die Hypothese ein Wirkliches statuieren; sind wir auch über das faktische Vorkommen des hypothetisch Angenommenen noch nicht sicher und gewiß, so hoffen wir doch, „daß dieses Angenommene sich eines Tages erweisen werde“. — Die Bestimmung beider, der Hypothese wie der Fiktion, ist eine provisorische, und beide sollen schließlich aufgehoben und beseitigt werden: aber die Hypothese soll dadurch beseitigt werden, daß die hypothetische Vorstellung als vollberechtigt in den Kreis des als wirklich Angenommenen tritt; die Fiktion dagegen soll als provisorisches Hilfsgebilde im Laufe der Zeit wegfallen und der wirklichen Bestimmung Platz machen, soweit sie aber echte Fiktion ist, soll sie wenigstens logisch wieder ausfallen, sobald sie ihre Dienste getan hat. Die Fiktion ist also vergleichbar mit dem Balkengerüste, das nach vollendetem Bau wieder abgebrochen wird, die Hypothese dagegen dem Balkengerüste, welches in dem Bau selbst mit verwertet wird, als integrierender Teil des Baus. „Also die Hypothese bleibt, die Fiktion fällt weg, dies ist ein Hauptergebnis des Unterschieds beider. Jene schafft ein sachliches Wissen, diese ist ein bloß methodologisches formelles Mittel. Jene ist Zweck, diese Mittel. Die Hypothese ist also ein Resultat des Denkens, die Fiktion ein Mittel und eine Methode desselben. Die Hypothese will faktisch beobachtete Widersprüche wegschaffen, die Fiktion schafft logische Widersprüche herbei. Demnach ist die Tendenz und darum auch natürlich die Methode der Anwendung bei beiden eine ganz andere. Die Hypothese will *entdecken*, die Fiktion *erfinden*. So entdeckt man *Naturgesetze*, aber man erfindet *Maschinen*: insofern die Fiktionen wissenschaftliche Denkinstrumente sind, ohne welche eine höhere Ausbildung des Denkens unmöglich ist, werden sie erfunden. Bekanntlich sind indessen Entdeckung und Erfindung nicht immer in jedem Fall scharf zu unterscheiden, so auch nicht Hypothese und Fiktion. Das Atom ist keine naturwissenschaftliche Entdeckung, sondern eine Erfindung.“ „Das Prinzip der methodischen Regeln der Hypothese ist die *Wahrscheinlichkeit*, das der Fiktionsregeln die *Zweckmäßigkeit* der Begriffsgebilde. . . Bei mehreren gleichmöglichen Hypothesen wählt man darum die wahrscheinlichste aus; dagegen bei mehreren gleichmöglichen Fiktionen wählt man die zweckmäßigste aus.“ „Der Verifizierung der Hypothese entspricht die Justifizierung der Fiktion. Muß jene durch Erfahrung *bestätigt* werden, so muß diese *gerechtfertigt* werden durch die Dienste, welche sie der Erfahrungswissenschaft schließlich leistet. . . Fiktionen, welche sich nicht justifizieren lassen, d. h. als nützlich und

notwendig rechtfertigen lassen, sind ebenso zu eliminieren wie Hypothesen, denen die Verifikation fehlt.“

Ein instruktives Beispiel für die Verwandtschaft wie den Unterschied von Fiktion und Hypothese, das der Verfasser anführt, ist *Goethes* Vorstellungsgebilde eines *Urtiers*. Man kann es betrachten als eine Fiktion; denn *Goethe* will damit wohl nicht das faktische Vorhandensein eines Urtiers behaupten oder der Meinung Ausdruck geben, daß ein solches früher existiert hätte oder existieren könnte, sondern „er will sagen, daß alle Tiere so zu betrachten seien, *als ob* sie Abkömmlinge eines Urtiers, als ob sie die Modifikationen eines solchen seien. Das Fiktive an dieser Fiktion ist die Betrachtung, als ob es ein solches Tier geben könnte; das Hypothetische daran ist die Behauptung, daß alle tierischen Formen reduzierbar seien auf *einen* Typus: dies ist eine auf Beobachtung beruhende Behauptung, deren Richtigkeit induktiv zu erweisen ist“. „Welchen Wert diese Goethesche Fiktion habe, liegt auf der Hand: sie gibt Anlaß zu einer ganz neuen Klassifikation der tierischen Formen und bereitet außerdem heuristisch die Wahrheit vor. Nun hat sich im Laufe der Zeit diese *Goethe'sche* Fiktion als eine heuristische bewährt, ist aber jetzt weggefallen, weil die wahre Betrachtung in Gestalt des Darwinismus an ihre Stelle getreten ist, nämlich, daß alle tierischen Formen voneinander wirklich abstammen, und daß ein Urtier höchstens als Monere gedacht werden könne. Die *Goethe'sche* Fiktion hat also heuristisch die *Darwin'sche* Hypothese vorbereitet.“

Besonders verdeutlicht wird die Sache im Sinne des Verfassers noch durch ein anderes Beispiel: die qualitative Einheit der Materie ist eine Hypothese, die quantitative Einheit der Materie dagegen eine Fiktion. Denn so wenig das erstere, nämlich daß die Elemente, auf die man bisher die Materie reduziert hat, auf einen Urstoff zurückzuführen seien, prinzipielle Bedenken erregt, so viel Widersprüche birgt das zweite in sich, nämlich, daß die Materie aus unendlich kleinen, unteilbaren Stückchen bestehe, welche sogar an sich ausdehnungslos seien, aus Atomen. „Während jene Theorie nicht daran zu verzweifeln braucht, daß einmal diese Reduktion gelingen kann, ist der Atomismus, wenigstens in der angeführten Form, schlechterdings unbeweisbar, ja derselbe ist sogar im Gegenteil theoretisch verwerflich, weil dieses Atom ein widerspruchsvolles Vorstellungsgebilde ist. Unausgedehnte Kraftzentren, welche der Ausdehnung zugrunde liegen sollen, sind vollständig widerspruchsvolle Begriffe. Etwas Unausgedehntes, das doch summiert Ausdehnung ergeben soll, ist ein Widerspruch. Somit ist die Idee der Reduktion der Materie auf Atome eine Fiktion; dagegen die Vorstellung der Reduktion der Arten der Materie auf einen einzigen Urstoff ist eine plausible Hypothese.“ —

(Schluß folgt.)



für Neubauten angewendet werden darf, das gesamte Einkommen aus der Stiftung vielmehr lediglich der Entwicklung der wissenschaftlichen und erzieherischen Arbeit des Museums gewidmet werden soll; die Unterhaltung des Museums und die Errichtung von neuen Bauten obliegt, entsprechend den ursprünglichen Bestimmungen bei der Gründung des Museums, der Einwohnerschaft der Stadt New York. Es wird daher einige Zeit vergehen, bis das Museum in den vollen Genuß der Jesup-Stiftung gelangen kann, da hierzu die Mitwirkung der Stadt New York für den weiteren Bau und die entsprechende Einrichtung des Museums erforderlich ist. Der Jahresbericht erwähnt noch andere Schenkungen in Beträgen, deren Zinsen den Etat einer ganzen Anzahl von Museen anderer Länder zusammengenommen um ein erhebliches übersteigen. Mit berechtigtem Stolz schreibt der Jahresbericht: Keine Stadt der Welt hat öffentliche Einrichtungen, in denen soviel mit so geringen Kosten für die Stadtverwaltung und pro Kopf der Bevölkerung geleistet wird, und dies lediglich, weil durch den beständigen Zufluß von Schenkungen und sonstigen Zuwendungen von den Bürgern so viel geleistet wird. Daß nicht auch die Ausführung von Gebäuden und ihre Instandhaltung in diese großen Schenkungen einbegriffen werden, geschieht, weil die Bevölkerung das Gefühl ihrer Mitwirkung haben soll, und die Genugtuung, zu dem erzieherischen System der Stadt beizutragen.

Unter den Berichten über die einzelnen Abteilungen interessiert besonders der über die dem öffentlichen Erziehungswesen gewidmete. Seit mehr als 10 Jahren veranstaltet die Abteilung für die Schüler der Volksschulen Vorlesungen, die im besonderen den Schulunterricht in der Geographie, der Geschichte und der Naturgeschichte ergänzen. Die Vorlesungen werden außerhalb der Schulstunden in dem Museum abgehalten, und obgleich ihr Besuch ganz freiwillig ist, haben ungefähr 40 000 Kinder jährlich das Museum besucht, um sie anzuhören. Die große Zuhörerschaft ist Beweis genug, daß die Vorlesungen wirklich von erzieherischem Wert sind, denn die Verantwortlichkeit, die ein Lehrer übernimmt, der eine Klasse von 25 bis 50 Schülern sicher durch die Straßen von New York in das Museum bringen will, ist recht erheblich. Mit Rücksicht auf diese dem Lehrer zugemutete Verantwortung und die den Kindern in den Straßen drohenden Gefahren, und vor allem angesichts der Tatsache, daß viele Eltern nicht in der Lage sind, das erforderliche Fahrgeld herzugeben, haben Dutzende von Lehrern darum gebeten, diese Vorlesungen in zentral gelegenen Schulen zu wiederholen, zum Nutzen der Schüler, die den Weg nach dem Museum nicht unternehmen können. Der Versuch wurde zunächst in zwei Schulen angestellt, und die Vorlesungen wiesen einen so überraschend großen Besuch auf (800 bis 1500 Schüler bei jeder Vorlesung), daß die Zweckmäßigkeit der Einrichtung zentral gelegener Vorlesungsräume als erwiesen angesehen werden durfte, es wurden daher zunächst 10 von diesen Vorlesungszentren eingerichtet. Gleichzeitig wurde darauf hingewirkt, den Lehrern Diapositive aus dem Museum zur Verfügung zu stellen, um den Vortrag durch Lichtbilder zu unterstützen. Das Museum besitzt gegenwärtig etwa 30 000 Diapositive, von denen über 12 000 verliehen werden. Der Unterrichtswert des naturhistorischen Museums ist dadurch um ein erhebliches erhöht worden. Er ist aber auch noch durch eine andere Einrichtung erhöht worden. Die Wirksamkeit des naturwissenschaftlichen Unterrichtes in den Volksschulen hängt auch wesentlich davon ab, daß

das zum Naturstudium erforderliche Anschauungsmaterial vorhanden ist. Zu diesem Zweck wurde in einer der Schulen ein *Unterrichtsmuseum* eingerichtet, zu dem das Museum das Material hergab. Es wurde ein Kursus von 8 Vorlesungen für die Elementarschulen abgehalten und der Besuch war so groß (die 1500 Sitze enthaltende Halle war wiederholt bis auf den letzten Platz besetzt), daß auch diese Art der Museumsausnutzung als zweckmäßig angesehen werden und einem weiteren Ausbau entgegensehen darf. Von Anfang an, seit das Naturstudium in die städtischen Schulen eingeführt wurde, haben die Lehrer auf das Museum zählen können, um das zum Unterricht notwendige Material zu erhalten. Das System, das sich allmählich dafür herausgebildet hat, befriedigt die Bedürfnisse der Lehrer mit einem Minimum an Bemühungen ihrerseits. Ganze Sammlungen werden an die Schulen durch die Museumsboten geliefert, ohne Unkosten für die Schule oder für den Lehrer, und ebenso werden sie am Ende der Leihperiode wieder abgeholt. Während des Jahres 1914 wurden von 550 Volksschulen der Stadt 451, d. h. ungefähr 80 %, regelmäßig mit dem für das Naturstudium erforderlichen Material versehen. Eine ganz besonders wichtige Begleiterscheinung dieser Arbeit liegt in den persönlichen Beziehungen, die auf diese Weise zwischen den Lehrern und den Museumsbeamten hergestellt werden. Das hat sich auf beiden Seiten als nützlich erwiesen und hat das Museum befähigt, die Sammlungen entweder zu erweitern oder, wo sich die Gelegenheit dazu bot, neue anzulegen. Aus der von den Lehrern geführten Statistik geht hervor, daß die zirkulierenden Sammlungen im Jahre 1914 von mehr als  $1\frac{1}{4}$  Millionen Kinder benutzt worden sind.

Ganz besonders nimmt sich die Abteilung auch des Unterrichts Erblindeter an. Die Museumsbesuche gelten als ein Teil des Schulunterrichts und werden daher während der Schulzeit, zu einer in das Belieben des Lehrers gestellten Stunde, ausgeführt. Zu den Sammlungen, die besonders für den Unterricht Erblindeter benutzt werden, gehören z. B. große Reliefgloben von mehr als 2 Fuß Durchmesser, die zum Unterricht in der physikalischen Geographie dienen, und die den Blinden in die Hände gegeben werden. Die blinden Kinder werden so in die Lage versetzt, eine Vorstellung von der Erde als eines Ganzen zu bekommen. Auch für die Blinden werden besondere Vorträge in dem Museum veranstaltet.

Ein besonderes Verdienst der dem öffentlichen Erziehungswesen gewidmeten Abteilung ist es ferner, daß sie es sich angelegen sein läßt, die Schulkinder dazu anzuleiten, wie sie die Museumssammlungen benutzen sollen. Der Bericht hebt ausdrücklich hervor, daß die Lehrer immer mehr und mehr die Aufmerksamkeit ihrer Schüler auf ganz wenige Hallen zu lenken lernen, anstatt sie durch das ganze Museum hindurchzuführen. Der Bericht gedenkt mit besonders anerkennenden Worten des Professors *Albert S. Bickmore*, der diese Abteilung organisiert und bis zu seinem (Mitte vorigen Jahres erfolgten) Tode mit größter Sorgfalt entwickelt hat.

Im übrigen spricht der, wie immer, überaus geschmackvoll ausgestattete und reich illustrierte Bericht von zahlreichen neuen, wertvollen Erwerbungen des Museums, die ihm durch die großzügige Freigebigkeit seiner Gönner leichter gemacht werden, als das anderen ähnlichen Instituten vergönnt ist. Durch seine Reichhaltigkeit übertrifft dieses Museum *vielleicht*, durch die Schönheit seines Heimes, das die Ge-

gegenstände in der herrlichsten Weise zur Geltung kommen läßt, sicherlich alle anderen gleichartigen Museen.  
A. Berliner, Berlin.

## Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung am 8. Mai sprach Herr Geheimrat Prof. Dr. D. Schäfer (Berlin) über die *Ausbreitung des Deutschtums nach Osten*. Der Unterschied des Verlaufs unserer Sprachgrenze im Westen und Osten fällt schon bei flüchtigem Betrachten einer Sprachenkarte in die Augen. Im Westen sehen wir vom Englischen Kanal bis zu den Walliser Alpen eine geschlossene Linie ohne größere Aus- und Einbuchtungen, im Osten dagegen eine starke Gliederung, die an gewisse Küstentypen mit weithin vorliegender Inselwelt erinnert. Ebenso wie derartige Küstenformen das Resultat eines langdauernden Kampfes der Meeresbrandung mit dem festen Lande sind, deuten auch derartige Gliederungen der Sprachengrenze auf einen stattgefundenen Nationalitätenkampf hin. Unzählige größere und kleinere Bruchstücke deutscher Volksart sind über den ganzen Osten bis an die Grenze Europas und darüber hinaus zerstreut. Dies beweist, daß wir im Westen etwas Fertiges, Altüberliefertes vor uns haben, im Osten dagegen eine noch im Fluß begriffene Entwicklung. Die geschichtliche Untersuchung bestätigt eine solche Auffassung, denn seit der Zeit der Völkerwanderung ist die Sprachgrenze im Westen größeren Verschiebungen nicht mehr ausgesetzt gewesen. Die kleinen Änderungen betreffen nur ein Gebiet, auf dem heute 100 000 bis 150 000 Menschen wohnen. Ganz anders im Osten! Im Jahre 1910 wohnten von den 65 Millionen Einwohnern Deutschlands 26 Millionen, also  $\frac{2}{5}$ , auf Boden, der vor tausend Jahren von Fremden besetzt war. Damals lief die Linie, welche Deutsche von Nichtdeutschen schied, von Norden nach Süden quer durch das jetzige Deutsche Reich und stieß auf österreichischem Boden in den Alpen an die deutsch-romanische Volksgrenze. Die Ostseeküste war überhaupt nicht von Deutschen besiedelt, und die Kieler Bucht trennte Dänen und Slawen. Von dort zog die Volksgrenze an der Swentine hinauf, über die holsteinische Seenplatte hinweg, folgte dann der Elbe und der Saale aufwärts bis zum Schwarzatal, ging weiter über den Thüringer Wald bei Coburg, an den Main in der Nähe von Bamberg und zog entlang den Abhängen des Böhmerwaldes bis in die Gegend von Passau. Der Lauf der Donau bis Linz war deutsch, aber dann schwingt sich die Linie in gewaltigem Bogen nach Westen, verläuft zwischen Berchtesgadener Land und Pinzgau, wendet sich darauf nach Süden und endet im Pustertal am Toblacher Paß, der Wasserscheide zwischen der als Nebenfluß der Donau dem Schwarzen Meere zufließenden Drau und der Rienz, die durch den Po nach dem Adriatischen Meere entwässert. Diese Grenzlinie war jedoch keine vollkommene, denn auch westlich von ihr wohnten noch zahlreiche Slawen, wenn auch nicht in geschlossenen Massen.

Der Vorsitzende erörterte hierauf eingehend die historischen Ereignisse, welche die Verschiebung des Deutschtums nach Osten zustande gebracht haben. Der große Erfolg konnte im wesentlichen durch rein friedliche Mittel errungen werden. Es war hauptsächlich ein Sieg der überlegenen Kultur, und zwar siegte diese, weil sie den heimischen Machthabern Vorteile bot. Fürsten und Grundherren, weltliche und geistliche, riefen Ansiedler ins Land, zunächst vielfach Mönche, die sich auf Bewirtschaftung des Bodens verstanden. Der eiserne

Pflug des deutschen Einwanderers leistete mehr als der hölzerne Haken des slawischen Hörigen, was zur Erhöhung der Grundrente ganz erheblich beitrug. So haben die Lande von der Elbe bis zur Oder und darüber hinweg bis an und über die Weichsel, Donau aufwärts wie in und an den böhmischen Bergen und den Karpathen ein ganz anderes Ansehen bekommen. Wenn neuerdings gesagt worden ist: „Nicht das Schwert des Ritters, sondern der Pflug des Bauern eroberte das Land“, so trifft das, mit der einzigen Ausnahme des Ordenslandes, durchaus das Richtige. Und zwar erfolgte die Eroberung des Bodens durch Anbau von Neuland, durch Begründung neuer Siedelungen, nicht durch Verdrängung bestehender. Ödland ist im weitesten Umfange gerodet und urbar gemacht sowie sumpfige, unbewohnbare Niederungen trocken gelegt und in Kultur genommen, ferner menschenleere Gebirgsgegenden besiedelt, zum zweifellosen Besten des Ganzen. Auch alle Städtegründungen im Osten gingen von den Deutschen aus, während zugleich die Fürsten und Grundherren aus finanziellen wie dynastischen Gründen die Entwicklung des städtischen Bürgertums förderten. Es ist höchst bezeichnend, daß die beiden Millionenstädte Berlin und Wien, von den fünf Halbmillionenstädten aber auch die größere Hälfte, nämlich Leipzig, Dresden und Breslau auf kolonialem Boden liegen. Die ganze Geschichte der Besiedelung des Ostens zeigt deutlich, daß der Deutsche hier dasselbe Anrecht auf Boden und Haus hat wie sein anderssprachiger Heimatsgenosse, der den Stammbaum auf die alten Bewohner des Landes zurückführt. Was Deutsche hier besitzen, haben ihre Vorfahren in ehrlicher Arbeit und um vollwertige Gegenleistungen erworben. Die räumliche Tragweite der Bewegung reicht im Nordosten bis an den Finnischen Meerbusen, die Narwa und den Peipussee, im Südosten bis ins Burzenland, den südlichsten Winkel Siebenbürgens mit dem deutschen Kronstadt. Zwischen diesen beiden äußersten Flügeln ist die Verteilung der Deutschen eine sehr verschiedene, im allgemeinen aber um so dichter, je näher sie den älteren Sitzen der Deutschen liegt. Charakteristisch ist die starke Ausbreitung entlang der Ostsee sowie in und am Gebirge. Die politische Entwicklung zeigt deutlich, daß kein anderes Volk der Kolonisation auf europäischem Boden so viel verdankt wie das deutsche. Seine ganze nationale Existenz wäre ohne dieselbe undenkbar gewesen.

Ausführlicher beschäftigte sich der Vortragende mit dem polnischen Problem. Der Aufschwung seiner Kraft und seines Ansehens, den Polen unter Kasimir dem Großen (1333—1370) erlebt hat, ist auf das nationale Gefühl der führenden Klassen sowie auf ihre tatsächliche Macht und ihr Kraftbewußtsein nicht ohne Einfluß geblieben. Es kam daher zu einer nationalen Reaktion, einer Periode ausgesprochener Deutschfeindschaft, die ihren Ausdruck im Kampfe gegen den deutschen Orden fand. Der Vortragende wies nach, daß die weitverbreitete Anschauung, welche die Teilung Polens als einen Rechtsbruch oder wenigstens als ein Unrecht auffaßt, nicht haltbar sei. Die Besitzergreifung polnischer Gebiete sei für Preußen damals eine Pflicht der Selbsterhaltung gewesen. Die russische Politik seit Peter dem Großen ist stets darauf ausgegangen, die Zwischenstaaten, die das Zarenreich von Europa trennten, Schweden, Polen und die Türkei, zu vernichten. Zur Zeit des großen Nordischen Krieges grenzte Rußland weder an das Deutsche Reich noch an irgendwelchen habsburgischen Besitz. Hundert Jahre später aber hatten Preußen und Österreich ostwärts keinen anderen Nachbar als Rußland auf der ganzen Linie von der Ostsee bis

tritt aber starke Biegung der Platten infolge der Wasserstoffabgabe ein.

Trotz dieser ungünstigen Resultate erscheint das Studium der einschlägigen Verhältnisse nicht nutzlos, und eröffnet uns ein weiteres Feld der Forschung. In den Jahren 1894/95 noch wurde in der kritischen Literatur den Versuchen der technischen Darstellung von Elektrolyteisen jede Berechtigung abgesprochen. Und 10 Jahre später erscheint das Elektrolyteisen auf dem Markt, nachdem rastlose Versuche die Schwierigkeiten aus dem Wege geräumt haben. Und so scheinen auch die Versuche, die dahin abzielen, Legierungen auf gleichem Wege im Großen zu erzeugen, vielleicht für die Zukunft nicht nutzlos. Die Bahnen zu skizzieren, die wir hierbei zu gehen haben, ist der Zweck dieser Zeilen.

### Besprechungen.

**Pagels, J. L., Einführung in die Geschichte der Medizin in 25 akademischen Vorlesungen.** Zweite Aufl., durchgesehen, teilweise umgearbeitet und auf den heutigen Stand gebracht von *Karl Sudhoff*. Berlin. S. Karger, 1915. XVI, 616 S. Preis geh. M. 20,— geb. M. 22,—.

Unter dem bescheidenen Titel einer zweiten Auflage erscheint hier tatsächlich eine *völlige Neubearbeitung* der Pagelschen Einführung durch den Altmeister der Geschichte der Medizin *Sudhoff*. So wie das Buch jetzt vor uns liegt, kann es für die meisten Ärzte vollständig eine Geschichte ihrer Wissenschaft ersetzen; für den Nichtmediziner, sei er Philolog, Historiker oder Kulturforscher, muß es ebenfalls als eine Quelle gut verständlicher Belehrung bezeichnet werden. Mit Recht hatte der Verleger darauf gedrungen, daß der Charakter fortlaufender Vorlesungen gewahrt bleibe. Gerade dadurch wirkt diese Lektüre durchweg anregend, statt zu ermüden. Von Seite zu Seite und Bogen zu Bogen wird man immer mehr gewahr, daß der jetzige Verfasser mit dem Rüstzeug eines gut gebildeten Historikers arbeitet und dabei doch durchweg ein ärztliches Verständnis an den Tag legt, wie es nur durch jahrzehntelanges, nachdenkendes Arbeiten auf dem Gebiete der praktischen Medizin erworben werden kann.

Die beiden ersten Vorlesungen über das vorklassische Altertum sind völlig neu. Sie hätten vor zehn Jahren in dieser Weise überhaupt noch nicht geschrieben werden können. Sie behandeln die Knochenfunde und Zeichnungen der *Steinzeit* von Nordwest- und Zentraleuropa, ferner die alte Medizin von *China* und von *Japan*. Von *Japan* wird ausdrücklich betont, daß seit 1616 europäischer Einfluß vorhanden ist, und seit 1867 mit deutschem Kalbe gepflegt wird. Bei den *Azteken* war wie bei den *Ägyptern* die Medizin Geheimwissenschaft der Priester. Sehr bemerkenswert für die Erfassung eventueller Kulturzusammenhänge nach Asien hin ist die *astrologische* bzw. die *Kalenderprognostik* und *-diagnostik*. Wie wir im Hellenismus auf chaldäischer, d. h. babylonischer Tradition Zusammenhänge zwischen Körperteilen und Himmelszeichen finden, so auch bei den Azteken. Auch die Arzneiordnung stand unter Himmelsgewalten, wie am Euphrat und am Nil. Natürlich spielte auch die *Sympathie* wie bei allen Naturvölkern eine Rolle. Die

Zahl der Arzneimittel war recht groß. Man verstand Wunden mit Geschick zu behandeln und den *Aderlaß* mittels *Obsidianmesser* auszuführen; selbst die *Wundnaht* (mittels Haaren), die Kenntnis von *erhärtenden Verbänden* und die *Reposition von Luxationen* sind nachweisbar. Auf dem Gebiete der Frauenheilkunde finden wir die Behandlung *falscher Kindslagen*, *Embryotomie*, *Wöchnerinnenpflege*, *Kindspflege*, *hygienische Kindererziehung* (Bäder, Mundpflege, Nahrungsmittelkontrolle, hochentwickelte Gymnastik).

Bei der Besprechung der *altindischen Medizin* geht *Sudhoff* von der Tatsache aus, daß die beiden Hauptärzte *Atreya* und *Susruta* im sechsten vorchristlichen Jahrhundert gelebt haben, also ein Jahrhundert vor dem Zeitalter des *Hippokrates*. Mithin können sie nichts aus der griechischen Medizin entlehnt haben, wie zeitweise behauptet worden ist. Der wichtigste Fund für die Erforschung der altindischen Medizin ist das *Bower-Manuskript*, welches der in England als Sprachforscher lebende Schwabe *R. Hoernle* in den Jahren 1893—1912 bearbeitet, übersetzt und erklärt hat. Es ist auf Birkenbast in den Jahren 350—375 nach Christo geschrieben. Natürlich wirtschaftet die altindische Medizin mit Zaubergesängen, aber sie enthält doch recht Bemerkenswertes, so *viele Hunderte von Arzneimitteln*, pflanzlichen, tierischen und mineralischen Ursprungs, *toxikologische Einzelheiten*, chirurgisches (*Aderlaß*, *Schröpfkopf*, *Blutegel*, *Wundbehandlung*, *Tumorexstirpation*, *Laporotomie*, *Steinschnitt*, *Rhinoplastik*), hochentwickelte Gesundheitspflege.

Unsere Kenntnis der Medizin bei den alten *Babyloniern* beruht hauptsächlich auf den aufgefundenen Resten der Bibliothek des *Assyrikerkönigs Sardanapal* (*Assurbanipal*), die zu Ende des VII. Jahrhunderts sich in Ninive befand. In London befinden sich ungefähr 900 und in Berlin 1000 medizinische Keilschrifttexte dieser Bibliothek. Allerdings ist die Hauptmenge davon noch unübersetzt. Soviel steht fest, daß wir für die nächsten Jahre eine Fülle von Angaben über die gewöhnlichsten damaligen Krankheiten und deren Behandlung übersetzt bekommen werden. Neben Zaubersprüchen spielten dabei arzneiliche und chirurgische Maßnahmen eine Rolle. *Dem Arzte, der einen chirurgischen Kunstfehler begangen hat, wird das Händeabhacken angedroht.*

Der Daterbarkeit nach reicht die medizinische Literatur der *Ägypter* weit über die der Babylonier hinaus, sicher bis ins dritte Jahrtausend vor unserer Zeitrechnung zurück. Der bekannte *Papyrus Ebers* ist keineswegs das älteste medizinische Manuskript jener Epoche, aber doch das wichtigste. Er enthält die Behandlung der Leiden der verschiedenen Körperteile. Zwei Berliner Papyri und ein Londoner ergänzen ihn wesentlich. Sicher ist, daß bei der Krankenuntersuchung, *Inspektion*, *Palpation*, ja selbst eine Art *Auskultation* eine Rolle spielten; ferner wurden alle Ausscheidungen beachtet, besonders *Urin*, *Schweiß*, *Ructus* und *Flatus*. Brech- und Abführmittel spielten eine große Rolle.

Die dritte und vierte Vorlesung wenden sich den alten *Griechen* zu und besprechen mit Wärme und eingehendstem Sachverständnis die klassische Periode der alten Medizin. Mit der Begründung der *akademischen Schule* ist die grundsätzliche Einführung *methodischer Untersuchungen an menschlichen Leichen* verknüpft. Damit erweiterte sich naturgemäß der Wirkungskreis der operativen Chirurgie. In *Alexandria* wurden *einzelne Verbrecher* einem Bericht von *Celsus* zufolge nicht nach dem Tode, sondern *bei Leb-*

zeiten seziert. Als Ausläufer der alexandrinischen gilt die *empirische Schule*. Sie betont, daß Krankheiten nicht durch gelehrte Abhandlungen, sondern durch richtig gewählte Mittel geheilt werden. Wie zum Berufe des Landmanns und des Seemanns sei auch zu dem des Arztes eine vorherige praktische Ausbildung notwendig. Es folgt die *Methodische Schule* und die *Verpflanzung der Heilkunde nach Rom*. Hier mußte die Medizin für die große Menge der Gebildeten verständlich gemacht, *popularisiert* werden. In diesem Sinne wirkte im ersten Jahrhundert *Celsus*, dessen Werk das erste Kompendium der praktischen Medizin in lateinischer Sprache bildet. Obwohl er selbst gar nicht Arzt war, ist sein Werk für uns eine Fundgrube von Einzelheiten.

Die fünfte Vorlesung bespricht die *Pneumatiker*, die *Eklektiker*, ferner *Dioskurides*, *Scribonius Largus*, *Soranos*, *Rufos von Ephesos*. Der Rest der fünften und die sechste Vorlesung ist *Galenos* gewidmet. Er errichtete dank enormem Fleiß und scharfem Verstand unter Beseitigung aller bisherigen Schulsysteme der Medizin ein neues herrliches, auf Philosophie und Medizin beruhendes Gebäude, welches über ein Jahrtausend standgehalten hat. Durch mehr als 400 Schriften hat er es gestützt, und es erregt noch jetzt unsere Bewunderung.

Es folgen Vorlesungen über *byzantinische* und *arabische Medizin* sowie über die *Mönchsméizin* und die *Scholastik*. In der zwölften Vorlesung wird das *Wiedererwachen des Studiums der Alten*, der Einfluß der *Entdeckung Amerikas* und das Auftreten *Vesals* (geb. 1515) behandelt. Er war der erste, der über die Anatomie *Galens* bewußt wegging. Vorlesung 18—19 behandelt besonders *Albrecht von Haller*, *Cullen*, *Brown*, die *Vitalisten*, die *Pariser Schule* (*Pinel*, *Bichat*), die Begründung der *pathologischen Anatomie* durch *Morgagni*. Während *Bichat* zuerst völlig Ernst machte mit der Einführung der naturwissenschaftlichen Methodik in die Medizin, erhob *Morgagni* die pathologische Anatomie zur selbständigen Wissenschaft. Zum Schluß finden noch *Hunter*, *Joh. Peter Frank* und *Jenner* Berücksichtigung. Die zwanzigste bis fünfundzwanzigste Vorlesung suchen der Überfülle von Tatsachen und Personen aus dem *neunzehnten Jahrhundert* gerecht zu werden. Als Einleitung dazu werden der *Mesmerismus*, die *Homöopathie* sowie die Lehren *Rademachers* und *Galls* besprochen. Eine Zusammendrängung der auf diese Männer folgenden Fortschritte sämtlicher Spezialfächer der Medizin und der sich mit ihr berührenden Naturwissenschaften in fünf Vorlesungen ist fast unmöglich; das hat auch *Sudhoff* eingesehen. Man könnte damit ganz gut nochmals 25 Vorlesungen füllen.

R. Kobert, Rostock.

### Die Entwicklung der Brille III.

Greiff, R., Ueber Augengläser und optische Instrumente im Hohenzollern-Museum. Hohenzollern-Jahrbuch 1914. 156—164 mit 7 Abbildungen auf einer Tafel und 3 Textfig.

Handelt es sich auch hier nicht in derselben Weise um völlig neue Aufschlüsse, wie sie den Berichten I auf S. 676 des ersten und II auf S. 616 des zweiten Jahrgangs dieser Zeitschrift zugrunde liegen, so wird doch eine der wenigen sich mit auf dieses Gebiet erstreckenden Sammlungen durchforscht, die in unserem Vaterlande bestehen, und die nicht einem jeden zur Prüfung zugänglich ist. Es sei allgemein bemerkt, daß die Ergebnisse nicht allzu reich sind, und daß offen-

bar die Zuordnung und die Bezeichnung zu wünschen übrig läßt. Gegen Schluß der Seite 159 macht der Verfasser auf einen solchen Irrtum aufmerksam, und deren Zahl würde sich wohl noch vermehren lassen.

Beschränkt man sich hier bei der Besprechung auf die eigentlichen Brillen, so ist es erstaunlich, wie spät erst es regierenden Häuptern möglich wurde, sich der Dienste zu erfreuen, die eine regelmäßig getragene Brille dem Ametropen zu leisten vermag. So kann als Beispiel angeführt werden, daß Friedrich der Große für seine sehr merkwürdige Myopie von 6 dptr oder darüber in den aus seinem Besitz erhaltenen gestielten Eingläsern prächtiger Ausführung doch nur einen kümmerlichen Behelf besaß. Freilich scheint es, als habe er sich ständig eines kleinen holländischen Fernrohrs (eines *Perspektivs* in der damaligen Bezeichnung) mit festem Auszuge bedient, sicherlich eines besseren Hilfsmittels, das ihm bei seinen Feldzügen von Nutzen gewesen sein mag. Solche kleinen Perspektive sind in der Zeit um die französische Revolution herum offenbar sehr in der Mode gewesen. Sie sollten in einer Geschichte des Fernrohrs auch eingehend behandelt werden. Hier muß der Hinweis auf diese Fundstelle genügen.

Wirkliche Brillen finden sich nach unserm Verfasser erst aus dem Besitze Friedrich Wilhelms III., und zwar ist das vorhandene Exemplar gleich mit Menisken ausgestattet, wobei die Vorderfläche eine Wirkung von +3, die Hinterfläche von —5 dptr hat. Leider fehlt das Anschaffungsdatum, so daß man vorläufig dieses Exemplar auf die Zeit nach 1804 wird ansetzen müssen, dem Jahre des Wollastonschen Patents auf *periskopische Brillen*. Von jenem Stücke ab folgen die eigentlichen Brillen in der Sammlung einander bis auf die neuere Zeit, indem Friedrich Wilhelm IV., ebenso wie die Königin Elisabeth Myopen waren, während Kaiser Wilhelm I. im Alter schwach sammelnde Lesebrillen getragen hat.

Von besonderem Interesse ist der drei der großen Seiten umfassende Rückblick auf die Brillenentwicklung, in den der Verfasser seine Darstellung ausgehen läßt, und der manche Hinweise enthält, über die wir in den Berichten I und II bereits gehandelt haben. Außerdem erwähnt er das von Friedrich dem Großen an den in Frankfurt a. O. angesiedelten Nürnberger Brillenschleifer *Hieronymus Meyer* 1772 erteilte Brillenmonopol, wofür er allerdings bis jetzt einen urkundlichen Beleg nicht hat auffinden können. Jedenfalls schließt sich dort keine Brillen-Großindustrie an; diese erwuchs durch die Bemühungen des Feldpredigers *August Duncker* seit 1801 in Rathenow und gelangte im Laufe der Zeiten zu einer sehr bemerkenswerten und für den Weltmarkt wichtigen Blüte.

Immer wieder vermag der Verfasser darauf hinzuweisen, daß erfreulicherweise jetzt der Brille und ihrer Geschichte wesentlich mehr Interesse entgegengebracht wird, als es noch vor zehn Jahren geschah, wo er seine so erfolgreiche Sammlertätigkeit begonnen hat.

Moritz von Rohr, Jena.

Der Jahresbericht des American Museum of Natural History über das Jahr 1914 — es ist der 46. — enthält die Mitteilung vom Tode einer großen Wohltäterin und hingebenden Freundin des Museums: die Morris-K.-Jesup-Stiftung im Betrage von 5 Millionen Dollar ist die größte Schenkung, die jemals für wissenschaftliche Erziehung in New York gemacht worden ist. An die Schenkung knüpft sich die Bedingung, daß von den Zinsen nichts für die Instandhaltung des Museums oder

Dies hat seinen Grund darin, daß der Wasserstoff nur an platinieren Platinelktroden reversible Potentiale zeigt, d. h. nur an solchen Zersetzungs- und Gleichgewichtspotentialen identisch sind.

An andern Metallen erleidet die Wasserstoffabscheidung jedoch eine Verzögerung, welche die Abscheidung erst an weit höheren Kathodenpotentialen ermöglicht. Den Unterschied zwischen dem Gleichgewichtspotential  $H_2/H$ -Ionen und dem zur Abscheidung nötigen Kathodenpotential bezeichnen wir als Überspannung des Wasserstoffs  $\eta$ .  $\eta$  ist von Temperatur und Stromdichte abhängig und variiert von Kathodenmetall zu Metall. Besonders hohe Werte rund von  $\frac{1}{2}$  Volt zeigt  $\eta$  an Quecksilberkathoden. Wir müssen also, wenn wir die Formel für das Potential  $H_2/H$ -Ionen allgemeingültig machen wollen,  $\eta$  als Korrektionsglied einfügen und können sagen: Ist in der Formel:

$$E_H = \frac{0,058}{n} \log \cdot \frac{P_H}{P_H} + \eta$$

bei der betreffenden Stromdichte  $E_m < E_H$ , tritt Metallabscheidung ein; ist das Umgekehrte der Fall, so superponiert die Wasserstoffabscheidung. Wir werden also bei der Wahl der Versuchsbedingungen darauf zu achten haben, daß wir nicht Potentiale erreichen, die unedler sind, als der Wasserabscheidung unter gegebenen Umständen entspricht. So tritt z. B. in einer Lösung, in der Gleichheit der Potentiale von Kupfer und Zink eingetreten ist, bei  $-1,3$  Volt keine Metallabscheidung mehr ein, sondern lediglich Wasserstoffabscheidung.

Nicht unter allen Umständen verlaufen aber die Stromdichtepotentialkurven in der Weise, wie es die lediglich spezifische Beeinflussung durch Konzentrationspolarisation bedingen würde, nämlich direkt steil ansteigend, wie es in Fig. 1 angenommen wurde. Vor allem bei Abscheidungen aus komplexen Salzlösungen kommt es häufig vor, daß mit steigender Stromdichte auch große Änderungen des Kathodenpotentials Hand in Hand gehen; d. h. in solchen Fällen erweisen sich die Kathoden erheblich polarisierbar.

Einen solchen Fall beobachten wir z. B. bei der Stromdichtepotentialkurve von Cu/ in  $Cu(CN)_2$  2 KCN-Lösung bei gewöhnlicher Temperatur (Kurve 1 in Fig. 2). Die Erklärung für einen solchen Verlauf kann man in dem Umstand sehen, daß die Nachbildung der für den Abscheidungsvorgang in Betracht kommenden Kupferionen aus den Komplexionen bei gewöhnlicher Temperatur so langsam verläuft, daß sich in der Nähe der Kathode nicht momentan das Gleichgewicht einstellt und eine noch viel größere Verarmung von Kupferionen in der Nähe der Kathode sich einstellt, als z. B. bei der Abscheidung aus Sulfatbädern.

Für diese Erklärung spricht der Umstand, daß die Stromdichtepotentialkurven der Silberabschei-

dung aus komplexen Silbercyanionen, deren Zerfallsgeschwindigkeit nachweislich viel größer als die des komplexen Kupfercyanions ist, auch bei gewöhnlicher Temperatur normal verläuft, sowie auch die Tatsache, daß abnorme Kurven eine Annäherung an den normalen Verlauf bei höherer Temperatur erfahren, wo die Reaktionsgeschwindigkeit des metallionennachbildenden Vorgangs naturgemäß größer ist, also die Hemmung für den Abscheidungsvorgang eine geringere ist.

Solchen abnormen, erst mit steigender Temperatur normal werdenden Verlauf der Stromdichtepotentialkurven beobachtet man auch bei der Abscheidung der Metalle der Eisengruppe aus ihren einfachen Sulfatsalzlösungen.

Hier können wir in Analogie nun die folgende Annahme machen: Die Ionen der Metalle befinden sich in Lösung als komplexe Hydrationen. Bei den allermeisten Metallen erfolgt der Vorgang



momentan, bei den Metallen der Eisengruppe bei gewöhnlicher Temperatur so langsam, daß man hier ähnlich wie bei der Abscheidung von Kupfer aus komplexen Ionen bei gewöhnlicher Temperatur Verzögerungserscheinungen für den Abscheidungsvorgang beobachtet. Auch hier beobachtet man mit steigender Temperatur infolge Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit des langsam verlaufenden Vorgangs Annäherung an das normale Verhalten. Sind nun Metallionen in Lösung, bei denen solch abnormer Verlauf der Stromdichtepotentialkurven vorliegt, so sehen wir leicht, daß die gemeinsame Abscheidung beider Metalle leichter sein wird, als bei normalem Verlaufe. Bei einer Stromdichte  $xx'$  (Fig. 2) wird man bei normalem Verlauf der Kathodenpolarisation die Abscheidung des zweiten Metalls nicht erreichen, wohl aber bei den oben erwähnten Abweichungen bei einem oder auch bei beiden Metallen.

Alle bisher besprochenen Gesichtspunkte haben nur auf der Annahme gefußt, daß die beiden Metalle in Form eines mechanischen Gemenges zur Abscheidung gelangen.

Bilden jedoch beide Metalle Verbindungen bzw. feste Lösungen, dann wird das edlere Metall die Abscheidung des unedlen erleichtern, oder wie wir sagen, depolarisieren.

Der Grund dieser Erscheinung liegt in der bereits früher erwähnten Tatsache, daß in der Verbindung und auch in einer festen Lösung das unedlere Metall eine geringere Lösungstension hat als in reinem Zustande, sein Kathodenabscheidungspotential daher nach der edleren Seite verschoben erscheint. Deshalb erfolgt die Abscheidung des unedlen Metalls leichter, d. h. bei niedrigeren Kathodenpotentialen in Form einer Legierung als in reiner Form.

So bilden z. B. Kupfer und Zink eine Verbindung  $Cu_3Zn$ , die mit Kupfer isomorphe Mischkristalle liefert, die Gefügebestandteile des Messings sind. Wenn wir also beispielsweise Messing



abscheiden wollen, bedienen wir uns, wie die Praxis lehrt, Lösungen, die auf je ein Mol Metallcyanid etwa zwei Mol Cyankalium enthalten. In solchen Lösungen ist das Kupfer um 0,4 Volt edler als das Zink. Die Stromdichtepotentialkurven verlaufen wie die Kurven 1 und 2 in Fig. 2. Messingabscheidung könnte nach früher Gesagtem also nur aus solchen Lösungen erfolgen bei Stromdichten, die höher als  $\alpha\alpha'$  sind. Tatsächlich beobachtet man Messingabscheidung bereits von Stromdichten an, bei denen der Potentialunterschied noch immer 0,2 Volt beträgt. Wir können also sagen, daß Kupfer die Zinkabscheidung um mindestens 0,2 Volt depolarisiert. In ähnlicher Weise depolarisiert Nickel die Abscheidung des bedeutend unedleren Zinks, so daß aus den einfachen Sulfatlösungen eine Nickel-Zinklegierung abgeschieden wird. Die Abscheidungen werden immer zinkreicher, bis sich schließlich nur mehr reines Zink abscheidet. Der Grund dieses Verhaltens ist in der der Überspannung des Wasserstoffs ganz analogen Erscheinung der Metallüberspannung  $\eta_u$  zu suchen, die bei vielen Metallen praktisch Null ist, bei den Metallen der Eisengruppe aber erhebliche Werte annehmen kann, deren kathodische Abschei-

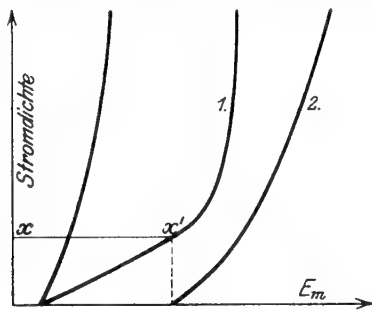


Fig. 2.

dung erschwert und von Stromdichte und Temperatur, sowie von der Natur des Kathodenmetalls abhängig ist. Es erleidet also an der zunächst abgeschiedenen Nickel-Zinklegierung die Nickelabscheidung eine erhebliche Überspannung, so daß die Zinkabscheidung der edlere, also leichter vonstattengehende Vorgang wird.

Eine solche depolarisierende Wirkung, sowie gleichzeitig eine Überspannungserscheinung des edlen Metalls sind der Grund, weshalb sich z. B. aus einfachen gemischten Lösungen der Sulfate von Eisen und Kobalt, Kobalt und Nickel und Nickel und Eisen, Legierungen abscheiden, in denen auffallenderweise das *unedlere* Metall superponiert. Aus den gleichen Gründen kann man die Abscheidung von sonst aus wässrigen Lösungen nicht abscheidbaren Metallen durchführen, wenn man Kathodenmaterialien verwendet, die mit dem abzuschcheidenden Metall feste Lösungen und Verbindungen liefern, also auf deren Abscheidung depolarisierend wirken und an denen andererseits Wasserstoff eine erhebliche Überspannung zeigt.

So läßt sich sowohl an Blei- als Zinnkathoden und noch besser an Quecksilberkathoden Natrium

abscheiden, das mit den erwähnten Metallen Verbindungen, bzw. feste Lösungen liefert.

Was nun die technische Anwendung der Abscheidung von Legierungen anlangt, so wird dieselbe hauptsächlich in der Galvanostegie geübt. Ich erwähnte die Verfahren der Abscheidung von Messing- und Tombaküberzügen aus gemischten Cyanidbädern, von Kupfer-Zinnbronzen aus weinsäuren Bädern, sowie die Arkasversilberung, wo man statt reinem Silber aus Billigkeitsgründen aus den entsprechenden Cyanidlösungen eine Silber-Cadmiumlegierung niederschlägt. Hier, wo es sich um die Gewinnung ganz dünner, nach  $\frac{1}{10}$  und  $\frac{1}{100}$  mm Dicke zählenden Niederschläge handelt, scheint die Abscheidung einheitlicher Produkte leicht durchführbar.

Viel schwieriger ist es, wenn die Aufgabe an uns herantritt, dickere, nach Millimetern und Zentimetern zählende Abscheidungen herzustellen.

Gerade die Bedeutung der Nickelstähle für die Praxis hat den Gedanken nahegelegt, auf elektrolytischem Wege direkt Nickelstahl zu erzeugen. Unter der Voraussetzung, daß man ein, dem auf thermisch-mechanischem Wege erhaltenen Produkt äquivalentes erhält, läge der Vorteil dieses Verfahrens auf der Hand, weil viel Montagearbeit gespart würde. Leider ist dies nach dem heutigen Stand der Forschung nicht der Fall.

Für die technische Unbrauchbarkeit der aus wässrigen Lösungen erhaltenen Nickel-Eisenlegierungen kommen vornehmlich zwei Momente in Betracht:

Einmal liegt in der Nähe der Abscheidungspotentiale der Nickel-Eisenlegierungen das des Wasserstoffs. Man erhält deshalb ein geringe Mengen Wasserstoff in fest gelöstem Zustand enthaltendes Material; der Wasserstoff härtet wohl das Material, macht es aber zugleich ungemein spröde, fast wie Glas. Zum zweiten steht der Abscheidung in dickeren Platten die Schwierigkeit entgegen, die Konzentrationsverhältnisse im Bade, und damit die Zusammensetzung der kathodischen Abscheidung während der ganzen Dauer eines Versuches, der einige Wochen währt<sup>1)</sup>, konstant zu erhalten. Man erhält bei aus wässrigen Lösungen abgeschiedenen Nickel-Eisenlegierungen wohl stellenweise ein Gefüge, wie es dem auf thermischem Wege erhaltenen Nickelstahl entspricht; doch beobachtet man auch Stellen, in denen nickelreiche und nickelarme Teile abwechseln. Senkrecht auf die Niederschlagsrichtung kann man deutlich sehen, wie in dicken Platten Schichten verschiedener Zusammensetzung vorliegen. Es ist klar, daß derartige Produkte sich wegen ihrer geringen Festigkeit als technisch unbrauchbar erweisen. Erst beim Anlassen solcher Materialien auf Weißglut tritt ein Konzentrationsausgleich ein, so daß die Schichtungen verschwinden. Erst solche Materialien lassen sich technisch bearbeiten; hierbei

<sup>1)</sup> Weil man nur mit niedrigen Stromdichten arbeiten kann.

## Die elektrolytische Darstellung von Legierungen aus wässrigen Lösungen<sup>1)</sup>.

Von Prof. Dr. Robert Kreman, Graz.

Die hauptsächlichste technische Anwendung findet die Abscheidung einzelner Metalle in der Galvanostegie, wo es sich darum handelt, Gegenstände, vornehmlich solche aus Eisen mit mehr oder minder dünnen, festhaftenden Häutchen anderer Metalle zu überziehen. Teils handelt es sich hierbei darum, Rostschutz zu erzielen, teils der unscheinbaren Grundmasse oberflächlich den hellen Glanz anderer Metalle zu erteilen. Einmal, um nun bestimmte Farbtöne zu erzielen, anderseits auch, um an einem teuren Metall, wie z. B. Silber, Platin zu sparen, sowie auch die mechanischen Eigenschaften des Überzuges zu verbessern, hat sich das Bedürfnis herausgestellt, Überzüge aus gleichzeitig zwei Metallen herzustellen. Diese Überzüge aus zwei Metallen werden dann härter sein, als die einzelnen Komponenten, und auch oft eine größere Resistenz gegen oxydierende Einflüsse aufweisen, wenn sie nicht in Form eines mechanischen Gemenges abgeschieden werden, sondern in Form von Verbindungen bzw. festen Lösungen der beiden Metalle.

Auf die Möglichkeit der Bildung solcher bei gewöhnlicher Temperatur, bei Abscheidung eines, gegebenenfalls beider Metalle aus dem Ionenzustand haben wir bereits im vorigen Jahrgange, Heft 34/35, S. 841, dieser Zeitschrift hingewiesen.

Das Bedürfnis der Technik nach der gleichzeitigen Abscheidung zweier Metalle auf einer Grundmasse illustrieren die Vorschläge, aus Einzelbädern die einzelnen Metalle nacheinander in Form dünner Schichten niederzuschlagen und das aus abwechselnd dünnen Schichten der beiden Metalle bestehende mechanische Gemenge durch nachheriges Erhitzen auf Rotglut zu *legieren*.

Es ist nun naheliegend, zur Vereinfachung des Verfahrens beide Metalle gleichzeitig aus einem Bad, das die Salze, also die Ionen der beiden Metalle enthält, abzuscheiden.

Es erhebt sich nun die Frage, unter welchen Bedingungen wir die Ionen zweier Metalle, die sich in Lösung befinden, gleichzeitig zur Abscheidung bringen können. Genügt es etwa, einfach beliebige Mischungen zweier Salzlösungen zu elektrolysieren?

Zur Beantwortung dieser Frage seien kurz die Gesetzmäßigkeiten bei der Abscheidung eines einzelnen Metalles in Erinnerung gebracht.

Bekanntlich besteht zwischen jedem Metall und der wässrigen Lösung seiner Ionen ein Potentialunterschied, den wir in Volt messen. Derselbe ist abhängig von der individuellen Lösungstension  $P_m$  des Metalles und dem entgegengesetzt gerichteten osmotischen Druck  $p_m$  der Ionen die-

ses Metalles, den wir der Konzentration der betreffenden Ionen proportional setzen können. Es läßt sich für Zimmertemperatur für diesen Potentialsprung  $E_m$  die Formel:

$$E_m = \frac{0,058}{n} \log \frac{P_m}{p_m}$$

ableiten. Ist  $p_m = P_m$ , wird  $E_m = 0$ . Ist  $p_m > P_m$ , zählen wir  $E_m$  positiv und umgekehrt, ist  $p_m < P_m$ , zählen wir  $E_m$  negativ. Als Nullwert des Potentials sprechen wir das Potential an, das eine von Wasserstoff unter dem Druck von 1 Atmosphäre bespülte platiniierte Platinelektrode gegen eine Lösung von 1 nH-Ionenkonzentration zeigt. Beziehen wir uns auf eine solche Elektrode, erhalten wir für einzelne Metalle gegen die 1 n-Lösungen ihrer Ionen folgende Werte:

Ag	Cu	H <sub>2</sub>	Fe	Zn	Mg
+ 0,77	+ 0,33	± 0,0	— 0,46	— 0,80	— 1,49

Durch die obige Formel wird aber auch in erster Linie der Abscheidungsvorgang eines Metalles an der Kathode geregelt, d. h., um an der Kathode ein bestimmtes Metall zur Abscheidung zu bringen, müssen wir der Kathode zum mindesten diejenige Spannung aufzwingen, die dem Gleichgewichtspotential - Metall - Elektrolyt entspricht. Ist die Spannung kleiner, tritt infolge der auftretenden entgegengesetzt gerichteten Polarisationsspannung kein Stromdurchgang ein. Erst wenn die Polarisationsspannung überwunden ist, tritt Stromdurchgang und damit Abscheidung des betreffenden Metalles an der Kathode ein. Dieser Zersetzungspunkt ist also dem Gleichgewichtspotential identisch, Gleichgewicht vorausgesetzt, und entspricht einem Stromdurchgang von unendlich kleiner Intensität oder, wenn wir die Stromstärke auf die Flächeneinheit bezogen mit *Stromdichte* bezeichnen, einer Stromdichte von praktisch annähernd Null.

Was geschieht nun, wenn wir durch Erhöhung der angelegten Spannung die Stromdichte steigern? Mit steigender Stromdichte wird nach dem Faradayschen Gesetz in der Zeiteinheit eine immer größere Anzahl von Ionen abgeschieden. Damit geht Hand in Hand eine mit steigender Stromdichte steigende Verarmung an Ionen in der Nähe der betreffenden Elektrode. Das heißt, es wird in der Formel  $p_m$  kleiner und damit mit steigender Stromdichte der Wert  $E_m$  nach der unedlen Seite verschoben; es sind also mit steigender Stromdichte immer höhere Kathodenpotentiale zur Abscheidung des Metalles nötig. Nun ändert sich aber  $E_m$  nur mit dem Logarithmus von  $p_m$ ; es werden also relativ großen Änderungen von  $p_m$  relativ kleine Änderungen von  $E_m$  entsprechen, falls, was wir zunächst annehmen, die Änderungen von  $E_m$  mit der Stromdichte lediglich durch Konzentrationspolarisation bedingt sind.

Denken wir uns auf Grund dieser Überlegungen die Abhängigkeit der Kathodenpotentiale von der Stromdichte für einige Metalle A, B, C etc.

<sup>1)</sup> Auszug aus einem Vortrag, gehalten am 5. Juni 1914 in der chemischen Sektion des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark.

in einem Koordinatensystem aufgetragen, so sehen wir, daß die Kurven, ausgehend von den Werten der Gleichgewichtspotentiale, die ja der Stromdichte Null entsprechen, steil ansteigen.

Denken wir uns nun in einer Lösung die Ionen dieser drei Metalle gleichzeitig in Lösung. Wenn wir nun mit unendlich kleinen Stromdichten arbeiten, so wird zunächst das Kathodenpotential des edelsten Metalles A erreicht und es tritt lediglich Abscheidung an diesem Metall ein. Erst wenn dieses nahezu vollständig ausgefällt ist, das nächstunedlere usf. Mit steigender Stromdichte ändern sich aber diese Verhältnisse. Von einer Stromdichte 00 an (siehe Fig. 1) wird das Kathodenpotential erreicht bzw. überschritten, das zur gleichzeitigen Ausscheidung von B ausreicht, d. h. über Stromdichten von 00 an scheiden sich beide Metalle gleichzeitig aus. Sei durch die Stromdichte  $zz'$  die endlich erreichbare Stromdichte gegeben, so

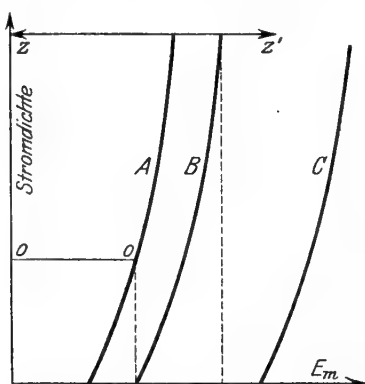


Fig. 1.

sehen wir, daß es unmöglich ist, neben A oder neben B gleichzeitig das Metall C aus wässriger Lösung abzuscheiden, weil eben das zur Abscheidung von C nötige Kathodenpotential bei endlichen Stromdichten nicht erreicht wird.

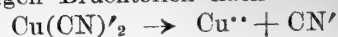
Wir können also zusammenfassend sagen: Um zwei oder mehrere Metalle abzuscheiden, müssen die Stromdichtepotentialkurven genügend nahe bei einander liegen.

Bei den allermeisten Metallen liegen aber die Stromdichtepotentialkurven ziemlich weit entfernt von einander und es erhebt sich die Frage, wie wir eine Näherung derselben herbeiführen können.

Kehren wir zu unserer Formel zurück.

Wir können ein Metall gegen die Lösung seiner Ionen unedler machen, wenn wir  $p_m$  kleiner machen. Dies können wir durch Zusätze erzielen, die mit dem betreffenden Metallion komplexe Ionen bilden, also die Konzentration und damit den osmotischen Druck der einfachen Ionen bedeutend herabsetzen und damit  $E_m$  nach der elektronegativen Seite verschieben. In Lösungen von  $\text{Cu}^{++}$  und Cyanionen  $\text{CN}'$  bildet sich beispiels-

weise das komplexe Ion  $\text{Cu}(\text{CN})'_2$ , das nur zu ganz geringen Bruchteilen nach



zerfallen ist. Demgemäß erscheint in einer Lösung, die z. B. 1 Mol  $\text{CuCN} + 2$  Mol  $\text{KCN}$  enthält, das Potential  $\text{Cu}/\text{Cu}^{++}$  gegenüber dem Werte in 1 n  $\text{Cu}^{++}$  Ionenkonzentration um rund 0,9 Volt nach der unedlen Seite verschoben: es beträgt — 0,601 Volt.

Von diesem Punkte aus verläuft die Stromdichtepotentialkurve des Kupfers in einer Lösung obiger Definition. Sie würde also der Stromdichtepotentialkurve der Zinkabscheidung aus Zinksulfat erheblich näher kommen. Wenn wir aber Lösungen von Kupfer- und Zinksalzen mit entsprechendem KCN-Überschuß verwenden, erleidet aber auch die Stromdichtepotentialkurve des Zinks eine Verschiebung nach der unedlen Seite, weil auch Zink mit KCN Komplexe bildet, die nach dem Schema:



dissociiert sind. Ceteris parib., also in einer Lösung, die auf 1 Mol  $\text{Zn}(\text{CN})_2$ , 2 Mol  $\text{KCN}$  enthält, ist der Dissoziationsgrad der komplexen Ionen, d. h. die Konzentration der freien Metallionen viel größer. So beträgt der Unterschied der Gleichgewichtspotentiale dieser Lösung gegen die Zinksulfatlösung nur 0,2 Volt, indem der Potentialprung  $\text{Zn}/\text{Zn}(\text{CN})_2 + 2 \text{KCN} = -1,03$  Volt beträgt.

Infolge des geringeren Komplexitätsgrades des unedleren Metalls also wird mit steigendem Zusatz von KCN eine Annäherung der Stromdichtepotentialkurven zu erzielen sein, die mit steigendem Zusatz des Komplexbildners eine immer weitergehende wird. So werden z. B. bei 25fachem Überschuß an KCN die Gleichgewichtspotentiale von Kupfer und Zink gleich (etwa bei rund — 1,3 Volt), und darüber hinaus erscheint das Kupfer sogar unedler als das Zink.

Bei einer solchen Annäherung der Stromdichtepotentialkurven durch Zusatz von Komplexsalzen müssen wir aber bedenken, daß bei diesen Verschiebungen die Stromdichtepotentialkurven in immer elektronegativer Gebiete zu liegen kommen. In neutralen Lösungen, wo die  $\text{H}^+$ -Ionenkonzentration ja nur eine sehr geringe ist, liegt das Potential  $\text{H}_2/\text{H}^+$ -Ionen an platinieren Platin Elektroden bei erheblich elektronegativen Werten bei — 0,41 Volt; von diesem Punkt aus steigt also die Stromdichtepotentialkurve der Wasserstoffabscheidung an Platinelektroden etwa in der in Fig. 1 skizzierten Weise an.

Wir kämen also zum Schluß, daß, sobald für die Abscheidung irgend eines Metalles in einer Lösung Kathodenpotentiale nötig sind, die unedler sind, als der Wasserstoffabscheidung entspricht, die Metallabscheidung nicht gelingt.

Nun wissen wir aber, daß dies z. B. für die Magnesium- und Kaliumabscheidung wohl zutrifft, nicht mehr aber für die Abscheidung des Eisens, des Zinks.

gegen das Schwarze Meer. Bei der schließlichen Teilung Polens 1815 sind von dem Polnischen Reich, wie es 1772 bestand, nicht weniger als 82.3 % (617 077 qkm) russischer, 10.5 % (78 493 qkm) österreichischer, und nur 7.2 % (54 506 qkm) preußischer Besitz geworden. Im russischen Anteil wohnen zurzeit gegen 33, auf dem österreichischen 8, auf dem preußischen dagegen nur 3.8 Millionen Menschen.

In Galizien haben es die Polen verstanden, ihren Einfluß auf die Verwaltung in ganz besonders hohem Maße zur Geltung zu bringen und in polnisch-nationalem Sinne auszunutzen. Die Beamtschaft ist völlig polonisiert. Die früher zahlreichen deutschen Bürger der Städte und die überall eingestreuten Ansiedlungen deutscher Bauern sind stark zusammengeschmolzen. Bei der Zählung von 1880 bekannten sich noch 5.5 % der Bevölkerung zur deutschen Sprache, 1910 nur noch 1.1 %, während der Anteil der Ruthenen nicht weniger als 40 % betrug.

Zum Schluß betonte der Redner, daß die wichtigste Voraussetzung für den Bestand unseres Reiches und Volkes die Festigung unserer Stellung im Osten sei, nicht zum wenigsten deshalb, weil die Reichshauptstadt von dort mehr gefährdet ist als von Westen.

O. Baschin.

## Kleine Mitteilungen.

**Kaffee-Ersatzmittel.** Da der echte Kaffee verhältnismäßig hoch im Preise steht, so hat man schon lange seine Zuflucht zu mancherlei Ersatzmitteln genommen. Ihre Herstellung hat sich in Deutschland sogar zu einem nicht unbedeutenden Erwerbszweige ausgewachsen. Leider wird aber der echte Kaffee in geröstetem oder gemahlenem Zustande (besonders der in kleinen Täfelchen in den Handel gebrachte) häufig auch mit solchen Ersatzstoffen verfälscht, ohne daß es viele Menschen überhaupt wahrnehmen. Immerhin sind auch die Kaffee-Ersatzmittel in reinem Zustande (d. h. innerhalb der natürlichen Grenzen) sehr wichtig. Sie geben ein vorzügliches Mittel ab, um unserem Körper (zumal bei schlechten Wasserverhältnissen im heißen Sommer) ohne Bedenken die nötigen Mengen Wasser zuzuführen. In der Kriegszeit spielen die einzelnen Ersatzstoffe für Kaffee obendrein auch insofern noch eine besondere Rolle, als ja die Kaffee-einfuhr sehr erschwert worden ist. Dem Zwecke der Wasserzufuhr dienen auch die zahlreichen weingeistigen (alkoholischen) Getränke in Gestalt von Bier, Wein und mancherlei anderen Stoffen. In manchen Fällen sind Kaffee und kaffeeähnliche Getränke den weingeistigen entschieden vorzuziehen. Da alsdann alle Kaffee-Ersatzmittel von den wichtigsten Bestandteilen des echten Kaffees (Koffein und Kaffeeöl) frei sind, so können jene Stoffe auch nicht die günstige anregende Wirkung äußern, die den eigenartigen Bestandteilen des Kaffees zukommt, wenn er mäßig stark genossen wird. Andererseits fallen aber auch die sehr schädlichen Wirkungen fort, die oftmals bei regelmäßigem Genuß von starkem Kaffee beobachtet werden. Weiterhin geht aber daraus hervor, daß auch den sonstigen Stoffen, die beim Rösten entstehen, besonders allen brenzlichen Stoffen, bei unserer ganzen Ernährung auf alle Fälle eine große Bedeutung beigelegt werden muß, mögen nun diese Stoffe durch ihren zusagenden angenehmen Geruch und Geschmack die Absonderung von bestimmten Verdauungssäften begün-

stigen oder mögen sie im Darm die Fäulnisvorgänge auf ein bestimmtes Maß beschränken und so für den Körper günstig regeln helfen. Man kennt die mannigfachsten Kaffee-Ersatzstoffe. Sie werden aus Wurzelgewächsen (wie z. B. Rüben, Zichorien und Löwenzahn) viel gewonnen, aber auch aus zuckerreichen Rohstoffen, wie aus Feigen, Datteln, Johannisbrot und gebranntem Zucker. Ferner werden stärkehaltige Rohstoffe verschiedener Art zur Gewinnung von Kaffeeersatzstoffen herangezogen: z. B. geröstetes rohes Getreide (Roggen, Gerste, Weizen), Hülsenfrüchte (besonders Lupinen und Sojabohnen, seltener Bohnen, Erbsen u. a.) und Eichelsamen. Dieser letzte Ersatzstoff ist übrigens wegen seines Gehalts an Gerbsäure, besonders bei Kindern gegen Durchfall, ein beliebtes Getränk. Andere Ersatzmittel können aus fettreichen Rohstoffen (Erdnüssen, Dattelnkernen, Spargelbeeren) gewonnen werden. An sonstigen Rohstoffen werden u. a. noch verwandt: Weintraubenkerne und Hagbutten, die Scheinfrüchte der wilden Rose, die letzten mit dem Fruchtfleische oder ohne es. Auch die beim Rösten all dieser Kaffee-Ersatzstoffe entstehenden brenzlichen Röststoffe üben mancherlei wohlthuende Wirkungen auf den Körper aus, wenn auch in verschiedener Stärke. Nach den Mitteilungen in den Fachbüchern und Fachschriften für Nahrungs- und Genußmitteluntersuchungen werden Kaffee-Ersatzmittel auch aus Gemischen verschiedener Rohstoffe hergestellt, nicht selten wohl aus dem Grunde, den Verbrauchern so leichter manche minderwertige Ware als eine bessere vorzutäuschen zu können. Auch diese Stoffe unterliegen wie der echte Kaffee Verunreinigungen und Verfälschungen. Nicht selten werden den gesuchteren Ersatzstoffen ziemlich wertlose, ja sogar völlig wertlose Stoffe, wie Torf, Lohe, Sand, Ocker, Erde u. a. zugemengt. Die Kaffee-Ersatzstoffe müssen zwar unter einer ihrer wirklichen Beschaffenheit entsprechenden Bezeichnung in den Handel gebracht werden, aber das geschieht natürlich nicht immer. Öftere Stichproben und Untersuchungen, zumal in den jetzigen Kriegzeiten, wären sehr angebracht, um auch hier der Geldgier einzelner Händler oder Werke, die sich im besonderen mit der Herstellung von Kaffee-Ersatzstoffen befassen, nach Möglichkeit zu steuern.

B. H.

**Die Verschlechterung der ägyptischen Baumwolle.** In einem sehr lesenswerten Aufsätze von Dr. K. Snell (im *Jahresberichte der Vereinigung für angewandte Botanik* Bd. XI, S. 9—13) werden die einzelnen Ursachen besprochen, die zur jetzigen auffallenden Verschlechterung der in Ägypten gebauten Baumwolle geführt haben. Sie beruhen zum Teil auf landwirtschaftlichen Fehlern, die z. T. schon hinsichtlich der Saatzeit, oder der Saatweite oder bei der Bewässerung und bei anderen landwirtschaftlichen Maßnahmen gemacht werden, und namentlich auf ihrer Verschlechterung durch die vorgenommenen Kreuzungen und durch die eingetretene Erhöhung des Grundwasserspiegels des Nilstromes. Dazu kommt noch eine weitgehende Vermischung des Saatgutes in den Entkörnungsanstalten. Weniger schlimm ist dabei die Vermischung des Samens der verschiedenen ägyptischen Baumwollabarten untereinander: schlimmer ist die Vermischung des Hindibaumwollsamens mit dem Samen der guten ägyptischen Abarten. Daraus entstehende Kreuzungen hält Verf. für die wichtigste Ursache der Verschlechterung. Reingezüchtetes Saatgut kann möglicherweise Abhilfe bringen.

B. H.

**Die Bewegung der Pigmentzellen beim Frosch.** Holmes (Univ. of California Publ. Vol. 13, No. 7) hat einen neuen Weg versucht, um eine seit langem diskutierte Frage zu lösen. Es ist eine bekannte Erscheinung, daß das Pigment vieler Tiere sich während des Lebens auszubreiten und zusammenzuziehen vermag, wodurch Änderungen in der Färbung hervorgebracht werden. Es war nun strittig, ob sich dabei die Zelle als Ganzes verändert, oder ob nur die Pigmentkörnerchen innerhalb des Zelleibes auf vorgeschriebenen Bahnen sich bewegen. Für mehrere Objekte (Fische, Crustaceen) ist die zweite Auffassung jetzt sehr wahrscheinlich gemacht. Holmes hat nun Pigmentzellen aus der Haut des Frosches im Blutserum des Tieres im hängenden Tropfen kultiviert, um zu sehen, ob sie dann Bewegungen ausführten. Tatsächlich hat er beobachtet, daß aus einem Hautstück Pigmentzellen auswanderten und um das Vielfache ihrer Länge am Deckglas oder an der Oberfläche des Tropfens hinkrochen. Dabei wurden Pseudopodien ausgestreckt, wie von einer Amöbe, in welche die Pigmentkörnerchen später einrückten. Die Zellen der Larven erwiesen sich als bedeutend lebhafter als die des erwachsenen Tieres. Ob diese Beobachtungen so gedeutet werden dürfen, daß auch im gewöhnlichen Zustand die Bewegung durch amöboide Formveränderung der Zelle zustandekommt, erscheint fraglich, da im hängenden Tropfen auch viele andere Zellen amöboide Bewegungen machen, denen sie sonst sicher nicht zukommen (Epithelzellen u. a.). Bei dieser Gelegenheit hat Holmes auch Beobachtungen über die Lichtempfindlichkeit der Pigmentzellen gemacht. Er fand bei gedämpfter, wie bei sehr intensiver Bestrahlung mit künstlichem und Sonnenlicht keine greifbaren Unterschiede in dem Verhalten gegenüber der Dunkelheit. Dies würde zugunsten der Auffassung sprechen, daß die Reaktion im Organismus durch reflektorische Erregung vom Nervensystem her zustande kommt, was auch durch andere experimentelle Befunde (Durchschneidungsversuche an Nerven) wahrscheinlich gemacht wird. O. St.

**Erfolgreiche Behandlung des Heufiebers.** Nachdem von den Münchener Professoren Emmerich und Loew schon früher in der *Münchener Medizin. Wochenschrift* (1913 Nr. 48) einiges über die erfolgreiche Behandlung von Heufieberfällen berichtet wurde, werden jetzt weitere erfolgreiche Behandlungen des sehr unangenehmen Heufiebers besprochen (vgl. die gleiche Wochenschrift 1915, Nr. 2, S. 43—45).

Infolge der genügenden oder reichlichen Zufuhr von Kalksalzen (in Form von Calciumchlorid oder milchsaurem Calcium) kann nach Emmerich und Loew der kalkbedürftige Zellkern von Drüsen, Muskeln, Ganglienzellen oder Leucocyten (weißen Blutkörperchen) seine Aufgaben richtig erfüllen bzw. erhöhen. So wird z. B. die Ausnutzung der Nahrung durch Ca-Zufuhr wesentlich erhöht, was nur eine Folge von vermehrter Enzymbildung sein kann. Diese wiederum ist eine Tätigkeit der Zellkerne, wie von Hofer gezeigt werden konnte. Weitere Folgen davon sind Kräftigung des Körpers, Erhöhung der Phagozytose, der Baktericidie des Blutes, und überhaupt eine Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen verschiedene krankmachende Einflüsse. Die Ca-Salze setzen ferner die gesteigerte Erregbarkeit der Nerven herab, die Niesanfälle u. a. auslösen. Es werden die einzelnen, zum Teil sehr schweren Heufieberfälle und deren Behandlung mit Chlorecalcium genau besprochen. Nach den vorliegenden Mitteilungen wird es nur wenige sog. konstitutio-

nelle Krankheiten geben, die durch ein Heilverfahren so schnell und sicher zu bewältigen sind, wie das Heufieber durch Chlorecalcium. Obendrein ist die von Emmerich und Loew empfohlene Kalkbehandlung nicht nur völlig unschädlich, sondern in gar mancher Hinsicht sehr nützlich. Viele andere Forscher bringen auch schon Berichte über erfolgreiche Behandlungen von Krankheiten der verschiedensten Art nach dem Kalkheilverfahren. Jedes Heilverfahren, das sich auf die Erkenntnis der sog. physiologischen (Ernährungs-) Wirkungen der angewandten Heilmittel gründet, darf als ein zweckmäßiges bezeichnet werden. Bei dem von den Münchener Forschern vorgeschlagenen Verfahren zur Heilung des Heufiebers ist das der Fall. Wie jedes planmäßige Verfahren, so hat sich also auch dieses als vollauf wirksam erwiesen. B. H.

**Stickstoffumsetzungen im Hochmoorboden.** In einer umfangreichen Abhandlung der *Landwirtschaftlichen Jahrbücher*, 1914 (Bd. 47, S. 371—442) werden uns sehr eingehende Mitteilungen über schädliche Stickstoffumsetzungen im Hochmoorboden gemacht und in der Hauptsache als eine Folge der Wirkung starker Kalkgaben hingestellt, insbesondere wird eine teilweise oder vollständige Umwandlung von salpetersauren Salzen in salpetrigsaure Salze unter verschiedenen Einflüssen, wie der Wärmehöhe, des Luftzutritts, Zersetzungszustandes des Moorbodens, sowie von der Höhe der Kalkgaben näher besprochen, und zwar auf Grund zahlreicher eigener Versuche von Dr. Th. Arnd. Es werden mancherlei neue Beobachtungen des Verf. erörtert, die zur Erklärung der verwinkelten Umsetzungen herangezogen werden. Neben rein chemischen Wirkungen müssen nach Arnd jedenfalls auch die Wirkungen kleinster Lebewesen pflanzlicher Art (besonders von Bakterien und Pilzen) weitgehend berücksichtigt werden. Nach neueren Beobachtungen von uns und anderen Versuchsanstellern spielen aber auch niedere tierische Kleinwesen bei solchen Umsetzungen eine wesentliche Rolle. Bei der Prüfung auf Nitrite und Nitrate mit Jodzinkstärke- und Diphenylaminschwefelsäurelösungen darf nicht übersehen werden, daß mit diesen auch Eisenverbindungen und andere Stoffe oft ganz ähnliche Farbumschläge geben. Ob dies vom Verf. bei Beurteilung seiner Ergebnisse berücksichtigt worden ist, läßt sich aus den gemachten Mitteilungen nicht erkennen und muß zunächst eine offene Frage bleiben. B. H.

## Zeitschriftenschau.

**Physikalische Zeitschrift; vom 1. April 1915.**

**Über die Gravitationsverschiebung der Spektrallinien bei Fixsternen;** von Erwin Freundlich. In einer kurzen Mitteilung verknüpft der Verfasser eine seit einigen Jahren festgestellte aber nicht erklärliche, systematische Verschiebung der Spektrallinien bei Fixsternen von verschiedenem Spektraltypus mit einer von der Einsteinschen und der Nordströmschen Gravitationstheorie vorausgesagten Gravitationsverschiebung der Spektrallinien. Das Studium der spektroskopischen Doppelsterne und der Sterne mit periodisch veränderlicher Helligkeit gestattet über die Massen- und Dichteverhältnisse innerhalb vieler Sternsysteme Abschätzungen zu machen, und auf diese Weise kann man prüfen, ob die tatsächlich beobachtete Linienverschiebung, wenn man dieselbe als Gravitationsverschiebung auffaßt, Massenwerte in Übereinstimmung mit den anderweitig gefundenen Werten liefert. Die bisherigen, zum Teil in dem Aufsatz noch nicht veröffentlichten Ergebnisse machen es sehr wahrscheinlich, daß für



einige Sterntypen die von der Theorie vermutete Gravitationsverschiebung in der Tat vorhanden ist.

*Amplitudenverhältnis bei Rayleighschen Oberflächenwellen; von Mainka.* An der Hand seismischer Aufzeichnungen stellt Verfasser das nicht seltene Auftreten von Rayleighschen Oberflächenwellen fest. Es werden nur jene Wellen benutzt, von denen es sicher ist, daß sie, abgesehen von der Vertikalkomponente, nur eine der beiden Horizontalkomponenten beeinflussen.

*Über die Grenzschicht zwischen einer Flüssigkeit und ihrem gesättigten Dampfe; von C. A. Mebius.* Die kontinuierliche Grenzschicht zwischen Flüssigkeit und Dampf ist aus einer verdünnten Schicht der Flüssigkeit und einer verdichteten Schicht des Dampfes zusammengesetzt. Wenn man die freie Oberfläche der Flüssigkeit bei konstanter Temperatur vergrößert, so muß man nach Lord Kelvin sowohl eine Arbeit verrichten als auch eine gewisse Wärmemenge zuführen. Der Verfasser nimmt an, daß diese Wärme zur Bildung der Dampfschicht der neuen Oberfläche gebraucht wird und berechnet auf diesem Grund die Dicke  $h$  der Dampfschicht. Für Äthyläther erhält man dann bei den absoluten Temperaturen 273, 373, 463 die Werte  $h = 0,72 \cdot 10^{-7}$ ,  $1,26 \cdot 10^{-7}$ ,  $1,82 \cdot 10^{-7}$  cm.

*Über Spektrographenoptik. I; von J. Wimmer.* Unter Zugrundelegung einer neu formulierten Ebnungsbedingung läßt sich für Spektrographen mit einem Dispersionssystem von drei Prismen und Glasoptik ein dreilinsiges, sphärisch korrigiertes, kommafrees Kameraobjektiv von der Lichtstärke  $f/3,2$ , für Einprismenspektrographen mit Quarzoptik ein zweilinsiges, ebenso gut korrigiertes Objektiv bis zur Lichtstärke  $f/4$  herstellen, welches bei strenger Erfüllung der Sinusbedingung die scharfe Abbildung des Spektrums in einer Ebene für einen Bildwinkel von etwa  $20^\circ$  bzw.  $10^\circ$  ermöglicht.

*Eine Methode zur Darstellung der Stromkurven hochgespannter Ströme; von F. Janus und F. Voltz.* Die beiden Verfasser haben einen neuen Apparat konstruiert, der es gestattet, die Entladungskurven in Hochspannungskreisen während des Betriebes eines Apparates in ihren feinsten Veränderungen und im Zusammenhang mit anderen Vorgängen verfolgen zu können. Der Apparat besteht darin, daß eine Gehrkesche Oszillographenröhre auf einem Propeller in rasche Rotation versetzt wird, so daß das Glimmlicht der Röhre infolge der Rotation zum Kurvenbild auseinandergezogen wird. Die neue Methode bietet gegenüber früheren Methoden einen wesentlichen Vorteil, insbesondere deswegen, weil man die Vorgänge im Hochspannungskreis in Verbindung mit anderen Vorgängen studieren kann.

#### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. April 1915.

*Stoßionisierung und Magnetfeld; von H. Greinacher.* Es wird eine magnetische Beeinflussung der Stoßionisierung in Gasen festgestellt. Der Effekt wird beobachtet an Ionisierungsströmen, die primär von  $\alpha$ -Strahlen erzeugt, durch Stoßionisierung vergrößert wurden. Der Transversaleffekt besteht bald in einer Verkleinerung, bald in einer Vergrößerung des Stromes im Magnetfeld. Bei starken Feldern erfolgt aber stets eine Verkleinerung. Die Stoßionisierung verschwindet schließlich ganz. Die Bestimmung der Grenze, wo dies eintritt, wird dazu verwendet, die freie Weglänge der Elektronen zu berechnen. Diese stimmt für die verwendeten Gase (Luft,  $H_2$ ) nahezu mit den Weglängen der Gasmoleküle überein. Die Veränderung der Stoßionisierung im Magnetfeld wird auf den Energieverlust bei der Reflexion der Elektronen an den Gasmolekülen zurückgeführt.

*Experimenteller Nachweis der Ampèreschen Molekularströme; von A. Einstein und W. J. de Haas (s. Die Naturwissenschaften, Heft 19, S. 237).*

#### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. Mai 1915.

*Das Ausschalten starker Ströme mit kleinem Kontaktwege (Neue Erklärungen und Verfahren); von W. Burstyn.* Es wird erörtert, unter welchen Bedingungen ein Gleichstrom mit unendlich kleinem Kontaktwege (lichtbogenfrei) unterbrochen werden kann und welche Entladungserscheinungen beim Überschreiten dieser Bedingungen auftreten. — Für die Wirkungsweise des zum Unterbrechen mittelstarker Ströme bei kleinem Kontaktwege verwendeten Löschkondensators wird eine neue Erklärung (Entstehen schneller Schwingungen) gegeben. Ferner werden neue auf dem Prinzip der Löschfunkenstrecke beruhende Schalter und Schaltverfahren für starken Wechsel- und Gleichstrom beschrieben.

*Zur Elektronenoptik des Wasserstoffmoleküls; von A. Heydweiller.* Die Lichtbrechung und die magneto-optische Drehung des Wasserstoffgases im sichtbaren und ultravioletten Strahlungsgebiet lassen sich durch Drudes Elektronentheorie sehr befriedigend darstellen unter folgenden Annahmen: Das Molekül enthält ein langsamer schwingendes Valenzelektron (Periodenzahl  $3,14 \cdot 10^{15}$  sec.  $-1$  auf 1 % genau) und eine nicht sicher angebbare Zahl (1, 3, 5, ...) von schneller schwingenden gebundenen Elektronen, deren Frequenz nach ihrer Zahl verschieden ist; das Verhältnis von Ladung zu Masse ist für alle Elektronen dasselbe, wie für die freien Elektronen der langsamen Kathodenstrahlen; der absolute Wert der magneto-optischen Drehung ist etwa 4–5 % höher, als die bisherigen Beobachtungen ergaben.

#### Beihefte zum botanischen Zentralblatt, Abt. 1; Band 32, Heft 2, 1915.

*Über den Nachweis des Gerbstoffes in der Pflanze und über seine physiologische Bedeutung; von C. von Wisselingh.* Durch mikro- und makrochemische Untersuchungen mit über 60 Reagentien hat Verf. nachgewiesen, daß im Zellsaft von *Spirogyra maxima* Gerbstoff vorkommt, der dem Gallusgerbstoff oder Tannin sehr ähnlich ist. Auf Grund der erhaltenen Resultate bei kopulierenden, sich teilenden, kernlosen, chromatophorenfreien, chromatophorensreichen, chromatophorenarmen, mehrkernigen und pathologischen Zellen und beim Wachstum in kohlen-säureanhydridfreiem Wasser und in verschieden starkem Licht, nimmt Verf. an, daß bei *Sp. maxima* der Gerbstoff als Baumaterial für die Zellwände dient und kein Exkretionsprodukt ist.

*Hydropoten an Wasser- und Sumpfpflanzen; von Franz Mayr.* Viele dieser Pflanzen, besonders Alismataceen, Trapa u. a., besitzen in der Epidermis ihrer Sproßteile Zellen, die sich von den regulären Epidermiszellen in mancher Hinsicht unterscheiden. Dieselben sind meist verhältnismäßig sehr klein, zeigen sehr einfache Formen, auffallend reichen Plasmainhalt und eine chemische Veränderung ihrer Wände, welche offenbar durch Imprägnierung mit einer noch nicht näher bekannten Substanz hervorgerufen wird. Stets besitzen sie eine Kutikula, die derartig chemisch metamorphosiert ist, daß sie Wasser und Salzlösungen leicht permieren läßt. Ihre Aufgabe besteht darin, Wasser und gelöste Salze ins Innere der Pflanze aufzunehmen. Sie liegen in größeren oder kleineren, oft scharf umgrenzten Gruppen beisammen, welche vom Verfasser als Hydropoten, d. h. als Wassertrinker bezeichnet wurden.

*Entwicklung der generativen Organe von Himantoglossum hircinum Spr.; von Karl Heusser.* Die Bewegung der Pollinarien ist eine Transpirationerscheinung mittels Schrumpfen der Candiculabasis auf der Rückseite. Der Rostellumfortsatz ist ein gut ausgebildetes Leitungsorgan und steht dadurch in wichtiger biologischer Beziehung zur Klebdrüse. Himantoglossum besitzt in der generativen Generation 12

Kurzchromosomen. Eine Doppelbefruchtung findet gewöhnlich nicht statt; der zweite Spermakern bleibt in der Nähe der Synergiden stecken. Die Nachkommen der mittleren Zelle des dreizelligen Embryo sind im Samen, vermutlich, die Pilzwirtzellen.

**Zeitschrift für Botanik; Band 7, Heft 3, 1915.**

*Über den Geotropismus der Grasknoten; von M. M. Riß.* Die Versuche bestätigen die Annahme *Elfvings*, daß ausgewachsene Grasknoten auf dem Klinostaten ihr Wachstum wieder aufnehmen. Diese Wiedererweckung des ganz oder nahezu erloschenen Wachstums ist der Einwirkung der senkrecht zur Organachse angreifenden Schwerkraft zuzuschreiben. Befindet sich der Grasknoten während der Reizung nicht in horizontaler Lage, wie bei *Elfvig*, sondern in vertikaler, so ist der Zuwachs geringer. Diese Hemmung wird durch den gleichzeitigen Einfluß der Schwerkraft in der Längsrichtung hervorgerufen.

**Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Heft 8, 1915.** Sitzung vom 26. März 1915. Ausgegeben am 29. April 1915.

*Über einige eigentümliche Zweigbildungen der Bäume des Amazonasgebietes; von E. Ule.* Das Wachstum der Bäume und ihre Verzweigung in den Äquatorialgebieten zeigt mancherlei Eigentümlichkeiten und Abweichungen von den Entwicklungsvorgängen der gemäßigten Klimate. Hierher gehört die Bildung von regelmäßig beblätterten Zweigen, die jährlich abgestoßen werden. Beispiele sind *Costillia* und *Macrolobium acaciaefolium* Bth. In den Tropen wachsen verschiedene junge Bäume in die Höhe, ohne sich zu verzweigen, z. B. bei *Hevea*, *Cecropia*, *Schizolobium*. Dauernd unverzweigte Bäume sind die Schopfbäume, welche bei den Dicotylen äußerst selten vorkommen. Von diesen wird eine besonders schöne Art einer neuen Gattung *Sonreya excelsa* Krause von Manáos besprochen und in Abbildung beigelegt. Schließlich wird noch der Fall von regelmäßig gabelig verzweigten Etagenkronen erwähnt, wie sie besonders bei *Theobroma Spruceana* entwickelt sind.

*Mit Fettfarbstoffen gefärbte Terpentinlake sowie über die Verwendung von Gelbglycerin als Holz- und Korkreagens; von Menko Plaut.* Der Verfasser beschreibt die Herstellung und Anwendung von gefärbten und ungefärbten venetianischen eingedickten Terpentinen in der mikroskopischen Technik. Der venetianische Terpentin ist einer der brauchbarsten Deckglaskitte, insbesondere, wenn er mit der früher vom Verfasser beschriebenen Präparatenkanne um das Deckglas herumgegossen wird. Im Anschluß an die Beschreibung des gelben mit Dimethylamidoazobenzol gefärbten Kitts teilt der Verfasser seine Ergebnisse über die Verwendbarkeit des Farbstoffes für Holz- und Korkreaktionen, insbesondere für den Nachweis der metacutisierten Zellen in den Coniferennadeln mit. Die mit dem Farbstoff erhaltenen Doppelfärbungen beruhen auf den chemischen Eigenschaften desselben.

*Über die Blasenbildung in Tonometern; von A. Ursprung.* In Tonometern, d. h. Apparaten zur Bestimmung der Flüssigkeitskohäsion, erfolgt die Ribildung wahrscheinlich weder in der Flüssigkeit noch zwischen Flüssigkeit und Wand, sondern an solchen Wandstellen, denen eine Spur Luft adhärirt. Die Größe der Kohäsion und Adhäsion muß somit die bisher gefundenen Werte übersteigen.

*Über die Kohäsion des Wassers im Farnannulus; von A. Ursprung.* Nach verschiedenen Methoden wird gezeigt, daß bei der Öffnung des Polypodiaceensporangiums das Füllwasser der Annuluszellen eine Zugspannung von über 300 Atmosphären aushält.

**Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie; Band 31, Heft 3.**

*Eine gute Doppelfärbung für gewöhnliche und saure Kerne; von P. G. Unna.* Die von *Unna* 1895 entdeckten „sauren“ Kerne sind von ihm neuerdings als ein Analogon der Kernkörperchen in den gewöhnlichen Kernen erkannt worden, indem sie wie diese zwei basische Eiweiße und zwei saure enthalten, nämlich außer Nuklein noch saures Globulinazur, letzteres in der Grundsubstanz des ganzen Kerns verteilt, wodurch sie, wie alle Kernkörperchen, befähigt werden, Sauerstoff zu speichern, während ihnen — wie auch den Kernkörperchen — die Fähigkeit, bei der Kernteilung mitzuarbeiten, verloren geht. Eine gute Doppelfärbung zeigt also, wie viele Kerne für die Erneuerung des Gewebes geeignet sind, wie viele der Erhöhung des Sauerstoffgehaltes dienen. Hierzu kommen die Alkohol-Celloidinschnitte 5 Min. in *Böhmers* Hamatein + Alaunlösung und nach gründlicher Abspülung in Leitungswasser in eine 1proz. Safraninlösung auf 20 Min. Nach nochmaliger Spülung werden sie 2–5 Min. in eine Mischung von Tannin (25 %) und Pikrinsäure (1 %) differenziert und 10 Min. in Wasser bis zur vollendeten Doppelfärbung gewaschen. Eine gut gelungene Farbtabelle gibt den Gehalt an sauren (scharlachroten) und gewöhnlichen (violetten) Kernen wieder in Schnitten eines spitzen Condyloms, eines Syphilides und eines von der Rinderaktinomykose.

*Beiträge zur klinisch-morphologischen Hämatotechnik; von G. C. van Walsem.* Der Verfasser beschreibt ausführlich die von ihm ausfindig gemachten praktischen Abänderungen in der Technik der Blutentnahme, der Hämoglobinbestimmung, der Verteilung des Blutes auf den Objektträger, der Fixierung, der Färbung des Trockenpräparates, der Kammerfärbung sowie des Zeichnens. Alles bezieht sich auf menschliche Blutpräparate. Zur Illustration sind acht Textabbildungen und eine farbige Tafel beigegeben.

Mit Hilfe des Reichertschen Fluoreszenzmikroskopes, welches das Fluoreszenzlicht im mikroskopischen Objekte zu erkennen und spektroskopisch zu analysieren gestattet, prüfte *A. Wilschke* die Fluoreszenz der Chlorophyllkomponenten. Das Chlorophyll grüner Pflanzen der verschiedensten Art ist in Übereinstimmung mit *Tswett* und *Willstätter* stets aus zwei Farbkomponenten: Chl. a und Chl. b zusammengesetzt; nur der saprophytischen *Neottia nidus avis* fehlt die zweite Komponente, was vielleicht mit ihrem Unvermögen zu assimilieren zusammenhängt. Das Chlorophyll der braun pigmentierten Phaeophyceen, Diatomeen und von *Hydrurus* ist von dem der grünen Pflanzen wesentlich verschieden; es enthält im Leben nur die Komponente a, während im toten Zustande ein neuer Fluoreszenzstreifen hinzutritt, der einer Chlorophyllkomponente c angehört.

*Über streuende Scheiben in der Mikrobeleuchtung; von W. Scheffer.* Es wird je nach der Zusammenfassung der von der streuenden Scheibe ausgehenden Strahlen eine „Struktur“- und eine Flächenstrahlung unterschieden. Die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten in der Mikrophotographie sind in der Originalabhandlung nachzusehen.

*Bemerkungen zur Beleuchtung mikroskopischer Objekte mit auffallendem Licht für die Mikrophotographie mit kurzbrennweitigen photographischen Objektiven; von W. Scheffer.* Es wird eine systematische Übersicht der verschiedenen Möglichkeiten gegeben und dieselben an praktischen Ausführungsformen erläutert. Besonders wird Wert darauf gelegt, daß die Stellung von Mikroskop und Lichtquelle fest bleibt und die verschiedenen Beleuchtungsarten mit einem Minimum von Arbeitsaufwand hergestellt werden können. Auch hier müssen die Einzelheiten im Original nachgelesen werden.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY  
RECEIVED  
NOV 5 1915  
U.S. Department of Agriculture

Heft 24.

11. Juni 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Unterbrechung elektrischer Ströme mit  
kleinem Kontakthube. Von *Dr. W. Burstyn*,  
*Berlin*. S. 301.

Fiktion und Hypothese. Von *Dr. M. Kronenberg*,  
*Berlin*. (Schluß.) S. 303.

Zur Frage: Nichteuklidische Geometrien und Raum-  
bestimmung durch Messung. Von *Prof. Dr.*  
*Richard Hönigswald, Breslau*. S. 307.

Besprechungen:  
Weimarn, P. P. von, Zur Lehre von den Zu-

ständen der Materie. Von *Werner Mecklen-*  
*burg*. S. 311.

Becher, Erich, Weltgebäude, Weltgesetze, Welt-  
entwicklung. Von *M. B. Weinstein*. S. 313.

Kleine Mitteilungen. S. 314.

Zeitschriftenschau:

Flora. S. 315.

Zeitschrift für Instrumentenkunde. S. 315.

Zeitschrift für Elektrochemie. S. 315.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

## Vorratswirtschaft und Volkswirtschaft

Von

**Dr. Hermann Levy**

a. o. Professor der Nationalökonomie an der Universität Heidelberg.

Preis M. 1.—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

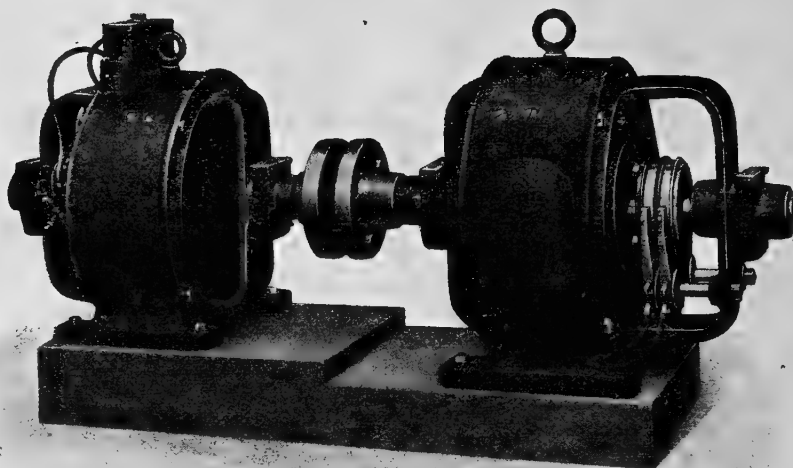
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	13	26	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

# Siemens & Halske A.-G.

## Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Experimentierzwecke.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

## Deutschlands Platz an der Sonne

### Ein Briefwechsel englischer Politiker aus dem Jahre 1915

Von

**Ferdinand Tönnies**

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Kiel

Preis M. —.50.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

11. Juni 1915.

Heft 24.

## Die Unterbrechung elektrischer Ströme mit kleinem Kontakthube.

(Neue Erklärungen und Verfahren.)

Von Dr. W. Burstyn, Berlin.

Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Verfahren, einen elektrischen Strom zu unterbrechen: Das eine besteht darin, den bei der Öffnung eines Schalters entstehenden Lichtbogen so in die Länge zu ziehen, daß er sich nicht mehr aufrecht erhalten kann; bei dem anderen werden die Kontakte des Schalters nur ganz wenig geöffnet, und das Erlöschen des Lichtbogens wird durch besondere Mittel erreicht, die den Gegenstand des vorliegenden Aufsatzes bilden sollen.

Das erstgenannte Verfahren ist gewissermaßen das brutalere. Es ist bei allen gewöhnlichen Dreh- und Hebelschaltern in Anwendung; auch die Schalter mit Blasmagnet, Hörnerblitzableiter und dergleichen, bei denen der Lichtbogen durch Ablenkung viel länger gemacht wird als der Abstand der Schalterkontakte, gehören hierher. Bei kleinen Stromstärken und in besonderen Fällen sind die beiden Unterbrechungsarten allerdings nicht unterscheidbar.

Im folgenden sollen nur Stromkreise in Betracht gezogen werden, deren Belastung aus reinem Ohmschen Widerstande besteht, die also keine Selbstinduktionsspule enthalten. Das Einfügen einer solchen, z. B. eines Elektromagneten oder der Primärspule eines Funkeninduktors, macht die Erscheinungen verwickelter, da die in der Spule enthaltene magnetische Energie beim Unterbrechen des Stromes ähnlich wirkt wie eine Masse beim zehlichen Aufhalten einer Bewegung. Sie erzeugt höhere Spannungen als die der eigentlichen Stromquellen und muß während des Ausschaltvorganges erst vernichtet werden, größtenteils im Unterbrechungslichtbogen selbst. Da die dadurch entstehenden Komplikationen den Ausschaltvorgang hauptsächlich nur zeitlich verzögern, nicht aber seiner Art nach ändern, können sie hier außer acht gelassen werden.

Wenn man einen selbstinduktionsfreien Gleichstromkreis durch einen mit Platinelektroden versehenen Taster zu unterbrechen versucht, findet man, daß bis zu Spannungen von ungefähr 35 Volt sich jede Stromstärke, und wären es selbst 100 Ampère, schon mit dem kleinsten Luftwege ausschalten läßt. Man sieht an der Unterbrechungsstelle nur ein Fünkchen, und auch dieses ist nur dem unvermeidlichen Reste von Selbstinduktion zuzuschreiben. Bei Steigerung der Spannung merkt man aber, daß die Ströme, welche sich noch mit unendlich kleinem Schaltwege, also ohne Bildung eines

Unterbrechungslichtbogens, öffnen lassen, immer kleiner und kleiner werden, bis schließlich bei einer Spannung von über 320 Volt selbst ein Strom von  $\frac{1}{100}$  Ampère schon einen merkbaren Lichtbogen erzeugt.

Elektroden aus Metallen, wie Silber, Kupfer oder Eisen, zeigen im wesentlichen dieselben Erscheinungen, nur mit dem Unterschiede, daß die Grenzstromstärke, welche sich bei einer bestimmten Spannung noch eben lichtbogenfrei unterbrechen läßt, verschieden ist.

Jene Spannung, bei der sich ein beliebig großer Strom noch lichtbogenfrei ausschalten läßt, entspricht der Lichtbogenspannung, jene, bei der selbst ein beliebig kleiner Strom bereits einen Lichtbogen bildet, dem Kathodengefälle. Genau genommen, ist die Entladungserscheinung, die bei Spannungen oberhalb des Kathodengefälles und bei geringen Stromstärken auftritt, kein Lichtbogen, sondern Glimmlicht, das im Gegensatz zum Metallspektrum des Bogens das Stickstoffspektrum zeigt und sich daher schon für das bloße Auge durch seine violette Farbe von dem gelblichen Lichtbogen unterscheidet. Daß das meistens in Geißlerschen Vakuumröhren beobachtete und untersuchte Glimmlicht auch in Luft von atmosphärischem Druck erhalten werden kann, ist wenig bekannt.

Wie durch eingehende Untersuchungen nachgewiesen worden ist, läßt sich ein Lichtbogen nur aufrecht erhalten, wenn sein Kathodenfußpunkt geschmolzen oder wenigstens glühend ist. Die Temperatur der Anode hingegen ist gleichgültig. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß der Lichtbogen zu seinem Bestehen dauernd Elektronen benötigt, welche die negative Elektrode (Kathode) nur dann zu liefern vermag, wenn sie eine hohe Temperatur besitzt. Folgender einfacher Versuch beweist dies: Man benützt für einen Lichtbogen von etwa 2 Ampère als eine Elektrode eine Platte oder Schiene, als andere ein Drahtende oder dergleichen; bewegt man letztere Elektrode unter Innehaltung eines Abstandes von wenigen Millimetern an ersterer entlang, so bleibt der Lichtbogen brennen, wenn die bewegte Elektrode Kathode ist, indem der Anodenfußpunkt auf der Schiene ohne Schwierigkeit wandert. Ist hingegen die Schiene Kathode, so folgt der Fußpunkt nicht (oder nur sehr langsam) und der Lichtbogen erlischt. Diese Probe ist in vielen Fällen, z. B. beim Inbetriebsetzen einer Poulsenlampe, das bequemste Mittel, um die Stromrichtung festzustellen, da man keine besonderen Apparate dazu benötigt<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Ein Demonstrationsapparat für diesen Versuch wird von der Firma Paul Firchow Nachfr., Berlin, hergestellt.



Der Lichtbogen selbst ist es, der den Kathodenfußpunkt dauernd in Glut erhält. Wenn der Strom auch nur einen Augenblick lang aussetzt, so kühlen die umgebenden Metallmassen den Krater so stark ab, daß der Lichtbogen bei neuem Einsetzen des Stromes nicht wieder zündet, vorausgesetzt, daß die Spannung nicht zum Durchschlagen des Zwischenraumes ausreicht. Die erforderliche Abkühlungszeit beträgt beim Kohlenlichtbogen etwa  $\frac{1}{30}$  Sekunde, bei den größten Scheinwerferbogenlampen sogar bis zu einer Sekunde, bei Metallelektroden zählt sie unter günstigen Umständen (schwachkonvexe Silberelektroden nach Art von Löschfunkenstrecken) nur nach milliontel Sekunden.

Der technische Wechselstrom ist ein Strom, der im Verlauf einer Sekunde hundertmal auf den Wert Null sinkt. Es ist in der Tat möglich, einen solchen Wechselstrom, etwa von 220 Volt und 30 Ampère, zwischen zwei Kupferdrahtenden fast funkenlos zu unterbrechen, wenn man die Vorsicht gebraucht, die Elektroden langsam voneinander zu entfernen. Reißt man sie dagegen auseinander, so wird man nur zufällig das Stromminimum treffen und erhält fast immer einen langen kräftigen Lichtbogen.

Ein Schalter mit schwachkonvexen Silberelektroden erlaubt bei langsamer Öffnung die Unterbrechung eines Wechselstromes von 500 Volt und über 150 Ampère, ohne daß mehr als ein kleines Fünkchen zu sehen ist. Schalter dieser Art<sup>1)</sup> werden neuerdings für Schaltuhren und ähnliche Zwecke praktisch verwendet. Wenn die Spannung mehr als 500 Volt beträgt, müssen entsprechend viele Schalter in Reihe gelegt und gleichzeitig geöffnet werden. Vor Ölschaltern, wie sie allgemein für diesen Zweck benützt werden, hat ein solcher Schalter wesentliche Vorteile.

Der Wechselstrom geht eigentlich nur einen unendlich kurzen Augenblick wirklich durch Null. Daß er sich zwischen gut löschenden Elektroden dennoch sicher unterbrechen läßt, beruht auf der oben erwähnten Erscheinung, daß ein Metalllichtbogen unterhalb einer gewissen Spannung überhaupt nicht entstehen kann. Die gegenelektromotorische Kraft des Unterbrechungslichtbogens drückt also den Strom schon dann auf Null herunter, wenn die Klemmenspannung auf etwa 40 Volt gesunken ist.

Noch leichter als ein Wechselstrom läßt sich ein undulierender Strom unterbrechen, dessen Spannung zwischen einem Maximum und Null (oder besser noch etwas darunter) schwankt.

Es ist nun eigentlich naheliegend, auch bei Gleichstrom ein Auslöschchen des Lichtbogens dadurch zu bewerkstelligen, daß man ihm im Augenblicke, wo ein Schalter geöffnet wird, einen Wechselstrom überlagert; diese Überlagerung braucht man natürlich nur an dem Stücke des Gleichstromes vorzunehmen, der im Schalter fließt.

In der Tat ist dieses Mittel unbewußt in An-

wendung, und zwar beruht darauf die Wirkung des nach *Fizeau* benannten Löschkondensators, der z. B. den Unterbrechern für Funkeninduktoren parallel gelegt wird. Früher erklärte man die Wirkung dieses Kondensators so, daß er als Nebenschluß den Strom so lange verschluckt, bis der Schalter sich hinreichend geöffnet hat. Es ist klar, daß diese Theorie nicht in allen Fällen zutreffend sein kann, in denen man beim Öffnen überhaupt noch ein Fünkchen bemerkt. Der Vorgang verläuft in Wirklichkeit fast immer folgendermaßen: Beim Öffnen des Schalters bildet sich zunächst ein kurzer Lichtbogen, der in dem parallelen Kondensatorkreise nach Art einer Poulsenlampe Schwingungen hervorruft. Die Wellenlänge derselben ist von derselben Größenordnung wie der in der drahtlosen Telegraphie benützten; denn ein Kondensator von 1 Mikrofarad gibt mit einer Zuleitung von einigen Zentimetern Länge bereits eine Welle von einigen hundert Metern. Die Schwingungen erreichen nach einer oder mehreren halben Wellen eine Stromstärke, die die des Gleichstromes übertrifft, so daß der Strom im Lichtbogen auf einen Augenblick zu Null herabgedrückt und der Lichtbogen zum Erlöschen gebracht wird. Das Auftreten der Schwingungen läßt sich durch folgenden Versuch zeigen: Einem Taster wird ein Löschkondensatorkreis parallel geschaltet, der auch noch eine flache Selbstinduktionsspule von einer oder mehreren Windungen enthält; man stellt die Stromstärke so ein, daß Löschung gerade noch mit Sicherheit zustande kommt. Nähert man dann der Spule ein Neusilberblech, so bleibt beim Öffnen der Bogen brennen, erlischt aber, wenn er nicht zu lang ist, sowie man das Blech wieder entfernt. Ein dünnes Kupferblech hat dieselbe Wirkung, nicht aber ein dickes Kupferblech, weil es nur die Selbstinduktion der Spule vermindert, ihre Dämpfung aber nicht wesentlich vermehrt. Als praktische Folge ergibt sich daraus, daß Ohmsche Widerstände, d. h. Dämpfungen jeder Art Übergangswiderstände, dielektrische und andere Verluste im Kondensator, vermieden werden müssen; eine Dämpfung von der Größenordnung 0,1, die bei größeren Kapazitäten schon durch Bruchteile eines Ohms herbeigeführt wird, vermindert die Löschwirkung bereits beträchtlich.

An die Elektroden des Schalters werden bei diesem Löschvorgange ungefähr dieselben Ansprüche gestellt wie an die Löschfunkenstrecken der drahtlosen Telegraphie, d. h. die Elektroden müssen eine möglichst steile Lichtbogencharakteristik und möglichst gute Kühlung besitzen. Am günstigsten sind schwachkonvexe Scheiben aus Silber oder silberbedecktem Kupfer. Versuche haben ferner gezeigt, daß es für die Löschwirkung eines Kondensators eine bestimmte günstigste Wellenlänge gibt, die von der Größe der verwendeten Kapazität und dem Elektrodenmaterial abhängt.

Bei Anwendung von Silberelektroden kann man mit einem Kondensator von 0,3 Mikrofarad bestenfalls einen Gleichstrom von ungefähr 15 Ampère bei 220 Volt unterbrechen, jedoch nicht mehr ganz

1) Patent angemeldet.

zuverlässig. Größere Stromstärken erfordern unverhältnismäßig größere Kondensatoren.

Viel günstiger sind neue vom Verfasser ausgearbeitete Verfahren<sup>1)</sup>, bei denen die Schalterelektroden sich nicht erst selbst die die Löschung bewirkenden Schwingungen erzeugen müssen. Die einfachste Anordnung zeigt Fig. 1.

Es bedeutet in derselben:

*a* den Stromverbraucher (Lampen, einen Funkeninduktor oder dergleichen),

*u* einen Umschalter, dessen oberer Kontakt den eigentlichen Schalter darstellt und schwachkonvexe Silberelektroden besitzt, während für den unteren Kontakt besser Platin gewählt wird,

*c* einen Kondensator,

*l* eine kleine, eisenfreie Selbstinduktionsspule, die auch durch die Zuleitung ersetzt sein kann,

*w* einen hohen Vorschaltwiderstand.

Bei geschlossenem Hauptstrom lädt sich der Kondensator *c* über den Widerstand *w* im Nebenschlusse zum Stromverbraucher *a* an der Spannung des Gleichstromnetzes auf. Wenn man den Schalter *u* öffnet, entsteht an ihm zunächst ein Lichtbogen. Sowie der Hebel aber die andere Seite berührt (der Hub darf nur ungefähr  $\frac{1}{2}$  mm betragen),

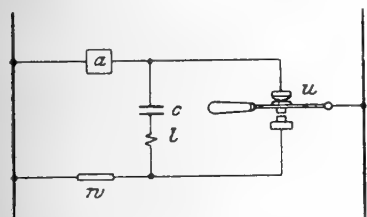


Fig. 1.

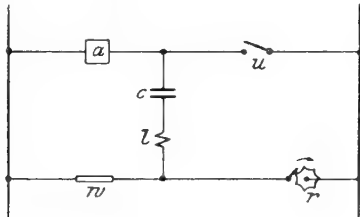


Fig. 2.

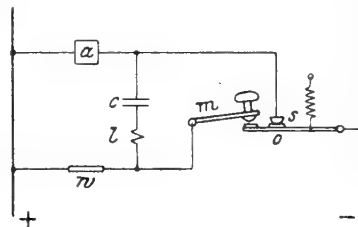


Fig. 3.

entlädt sich der Kondensator *c* durch den Lichtbogen in Form einer schnellen Schwingung, und zwar ist, wie die Überlegung zeigt, die Stromrichtung der ersten halben Welle der des Hauptstromes im Lichtbogen entgegengesetzt. Wenn der Schwingungsstrom stark genug ist, sinkt daher einen Augenblick lang die resultierende Stromstärke im Lichtbogen auf Null und derselbe löscht aus. Die Ströme, die sich auf diese Weise unterbrechen lassen, sind bei Anwendung derselben Kondensatoren mehrmals größer als bei der alten Schaltung. Es ist dabei notwendig, daß die Amplitude der Kondensatorschwingung genau gleich der Stärke des Gleichstromes ist; sie kann ohne Schaden größer sein, nur muß die Schwächung des Lichtbogenstromes eine gewisse Zeit dauern, d. h., die Schwingung darf keine zu kurze Wellenlänge besitzen. Zu diesem Zwecke ist die Selbstinduktionsspule *l* eingefügt.

Wenn besonders starke Ströme (über 50 Ampère) häufig (mehrmals in der Sekunde) zu unterbrechen sind, benutzt man besser die Schaltung nach Fig. 2.

<sup>1)</sup> D. R. P. Nr. 260 903, 268 889 und 269 254; dieselben sind im Besitze der Firma Paul Firchow Nachfolg., Berlin, welche automatische Schalter und Demonstrationsapparate nach diesen Patenten liefert.

Der den Löschstrom schließende Schalter ist hier durch einen dauernd laufenden Unterbrecher *r* ersetzt, wofür man am besten eine Quecksilberturbine nimmt. Wenn man den Hauptschalter *u* öffnet, kommt auf die kritische Bogenlänge von einigen zehntel Millimetern mit Sicherheit einer der vom Unterbrecher erzeugten Stromstöße und bewirkt die Löschung des Lichtbogens. Bei dieser Anordnung genügt bis zu beträchtlichen Stromstärken, etwa 30 Ampère, statt eines Schalters mit schwachkonvexen Elektroden ein gewöhnlicher Handschalter mit Messerkontakten, vorausgesetzt, daß man ihn nicht zu schnell öffnet.

Durch einen ganz besonderen Kunstgriff ist man imstande, den Öffnungslichtbogen bei Gleichstrom vollständig zu vermeiden, also selbst bei starken Strömen den Schalter zu öffnen, ohne daß auch nur ein Fünkchen sichtbar würde. Die verwendete Anordnung zeigt Fig. 3.

Ein Hebel *o* wird durch eine Feder gegen den festen Kontakt *s* gedrückt. Mit einem zweiten Hebel *m* schlägt man gegen ersteren Hebel, wodurch der Kondensatorkreis geschlossen und einen Augenblick später der Kontakt *s* geöffnet wird. Ist dieser kleine, durch die Elastizität des Hebels *o*

definierte, Zeitzwischenraum ungefähr gleich einem Viertel der Schwingungsdauer des Kondensatorkreises und ist die Entladestärke des Kondensators richtig gewählt, so ist der Schalter im Augenblicke des Öffnens stromlos und die Öffnung des Schalters vollzieht sich daher ohne Lichtbogen.

Letzteres Verfahren ist wegen der erforderlichen genauen Abstufung zur praktischen Verwendung nicht geeignet. Es bedeutet auch gegenüber der Schaltung nach Fig. 1 keine wesentlichen Vorteile, da der kurzdauernde Lichtbogen beim schnellen Übergange des Schalters von der einen zur anderen Stellung die Kontakte fast gar nicht angreift.

## Fiktion und Hypothese.

Von Dr. M. Kronenberg, Berlin.

(Schluß.)

Indessen ist es nun doch weniger die Hypothese als die Fiktion, mit der sich das Vaihinger'sche Werk überwiegend beschäftigt, die er nicht nur in den Mittelpunkt der Logik, sondern aller Wissenschaft stellt und zum tragenden Prinzip einer eigenen philosophischen Stellungnahme

macht. In diesem Sinne sucht und findet er Fiktionen überall, gleichsam auf Schritt und Tritt, auch da, wo man sie gemeinhin keineswegs zu vermuten pflegt. Das ergibt sich aus einer übersichtlichen Aufzählung und Einteilung der Fiktionen.

So ist zunächst jede künstliche Klassifikation für *Vaihinger* eine Fiktion. Das bekannteste und instruktivste Beispiel dieser Art ist das Linné'sche Pflanzensystem. Es ist eine künstliche Klassifikation, ein künstliches System, das dem natürlichen System, ehe dies gefunden werden konnte, substituiert wurde, d. h. mit diesen fiktiven Klassen rechnete man zunächst, *als ob* es die wirklichen wären. „Solange solche Fiktionen ohne das Bewußtsein, daß sie solche sind, aufgestellt werden, als Hypothesen, sind sie eben falsche Hypothesen; einen eigentlichen Wert erhalten sie erst durch das Bewußtsein, daß sie *absichtlich* vorläufig gebildete Darstellungsformen sind, welche einst einem besseren, natürlicheren System Platz machen sollen. Die bewußte Abweichung von der Wirklichkeit soll die letztere vorbereiten.“ — Weiter gibt es *abstraktive (neglektive)* Fiktionen, deren Hauptmerkmal darin besteht, daß von der Wirklichkeit ein Merkmal herausgenommen ist, die übrigen beiseite geschoben wurden oder vernachlässigt sind — ein Beispiel ist das oben angeführte von *Adam Smith*. — Wenn man ferner allgemeine Typen und Schemata aufstellt (man denke z. B. an die schematischen Zeichnungen in der Geologie sowie in der Mechanik, auch in der Physiologie), so hat man schematische und typische Fiktionen, wenn man Fälle fingiert, die der Beweisführung dienen sollen, so hat man paradigmatische Fiktionen, und utopische Fiktionen sind da vorhanden, wo Utopien im Sinne idealisierter Wirklichkeit (z. B. bei *Thomas Morus*, *Platos Idealstaat* usw.) aufgestellt werden.

Eine wichtige Gattung sind sodann die *tropischen* oder auch *symbolischen* oder *analogischen* Fiktionen. Ihr Name orientiert bereits über ihren Inhalt. Ihre Bedeutung aber erhellt, wenn man sich, wie der Verfasser näher darlegt, klar macht: „Alles Erkennen ist Apperzipieren durch ein Anderes. Es handelt sich also stets um eine Analogie beim Begreifen. Es ist auch gar nicht abzu sehen, wie denn überhaupt das Sein anders als so begriffen werden sollte. Wer den Mechanismus des Denkens kennt, weiß, daß alles Begreifen und Erkennen auf analogischen Apperzeptionen beruht. Die einzigen Darstellungsgebilde, mit denen die gegebenen Dinge apperzipiert werden können, sind entweder die entsprechenden Allgemeinbegriffe oder auch andere konkrete Dinge. Da diese aber lediglich selbst wieder unbegreiflich sind, so wird mit all diesen Analogien nur ein Scheinbegreifen erzeugt.“ Zu solchen analogischen Fiktionen, die also auch nur ein Scheinbegreifen erzeugen, gehören nun auch die *Kategorien*, wie Substanz (Ding), Ursache und Wirkung, Möglichkeit und Notwendigkeit usw. Es sind also bloße Vorstel-

lungsgebilde, welche zur Apperzeption des Gegebenen dienen. „Dinge, welche Eigenschaften haben, Ursachen, welche wirken, sind Mythen. Man kann nur sagen, daß sich die objektiven Erscheinungen so betrachten lassen, *als ob* sie sich so verhielten; aber nimmermehr besteht ein Recht, hier dogmatisch aufzutreten und das „als ob“ in ein „daß“ zu verwandeln.“ Sobald also „solche Analogien als *Hypothesen* aufgefaßt werden, so entstehen alle jene Systeme in Theologie und Philosophie, welche die dadurch entstehenden Widersprüche aufklären wollen, z. B. die Versuche, die Substanz und ihr Verhältnis zu ihren Attributen zu bestimmen, die Ursache und ihr Verhältnis zur Wirkung usw.“ Auch von *Kant* meint *Vaihinger*, er habe seine ruhmreichen Entdeckungen — nämlich vor allem, daß die Kategorien nicht zum Erfassen der Wirklichkeit tauglich sind, daß sie als analogische Fiktionen keine wahre Erkenntnis gewähren, daß also, weil eben alles Begreifen in Kategorien erfolgt, ein Begreifen der Welt absolut unmöglich ist — diese Entdeckungen habe der große Philosoph selbst „mit den Rettungsversuchen abgelebter rationalistischer Dogmatik befleckt und so selbst dazu beigetragen, daß seine richtigen Resultate begraben und vergessen wurden“. —

Und so wäre denn, da all unser Denken auf zahllosen Fiktionen beruht, da nicht nur alle Ideen, denen man große Bedeutung beizumessen pflegt<sup>1)</sup>, sondern auch alle Allgemeinbegriffe, in denen, und alle Kategorien, mit denen wir denken, solche Fiktionen sind — so wäre schließlich auch die Wahrheit selbst eine Fiktion und unser Begriff von ihr müßte durchaus umgewertet werden? In der Tat, *Vaihinger* zieht auch diese Konsequenz. „Es hat sich gezeigt“, sagt er, „daß das, was wir gewöhnlich Wahrheit nennen, nämlich eine, wie man sagt, mit der Außenwelt zusammenstimmende Vorstellungswelt, daß *diese Wahrheit nur der zweckmäßigste Irrtum ist*. . . . d. h. diejenige Darstellungsweise, welche am raschesten, elegantesten, sichersten und am wenigsten mit irrationalen Elementen besetzt, *Handeln* und *Berechnen* am meisten ermöglicht.“ „Unsere Vorstellungswelt heißen wir dann wahr, wenn sie uns erlaubt, am besten die Objektivität zu berechnen und in ihr zu handeln; denn die sogenannte Übereinstimmung mit der Wirklichkeit ist doch endlich als Kriterium aufzugeben. . . . Zwischen wahr und falsch sind keine so schroffen Grenzen, wie man gewöhnlich anzunehmen beliebt. Irrtum und Wahrheit fallen unter den gemeinsamen

<sup>1)</sup> Es sei nur beiläufig angemerkt, worauf an dieser Stelle natürlich nicht näher eingegangen werden kann, daß *Vaihinger* auch einen so bedeutungsvollen Begriff wie den der *Freiheit* als reine Fiktion auffaßt, die praktisch nützlich ist, namentlich in ethischem und juristischem Sinne; ebenso aber auch die Vorstellung *Gott*, wobei er sich auf *Kants* Ansicht beruft, daß die ethische Motivierung dann in die religiöse übergehe, wenn das Gute so angesehen werde, *als ob* es von einem höchsten Wesen gewollt wäre.

Oberbegriff des Mittels zur Berechnung der Außenwelt; das unzweckmäßige Mittel ist der Irrtum, das zweckmäßige heißt man Wahrheit.“

\* \* \*

Wenn man nun Wert oder Unwert dieser Anschauungsweise kritisch bestimmen will — was an dieser Stelle natürlich nur in sehr eingeschränktem Maße möglich ist —, so wird man vor allem zweierlei unterscheiden müssen: diese Anschauungsweise gibt sich einmal als logischerkenntnistheoretisches System und sodann will sie doch auch, darüber hinausgreifend, eine Art allgemeiner Prinzipienlehre sein, eine philosophische Theorie, die sich anderen philosophischen Standpunkten entgegensetzt und mit anderen wieder übereinkommt. Und nach beiden Richtungen ist die Wertung von vornherein eine verschiedenartige.

Als allgemeine philosophische Theorie nimmt *Vaihingers* Philosophie des Als Ob nicht sowohl Stellung zu den großen Prinzipienfragen des Wirklichen selbst, als zu den verschiedenen philosophischen Theorien und Systemen, namentlich denen, die in der jüngsten Vergangenheit Einfluß und Geltung gewonnen haben, aber auch zu vielen anderen, selbst solchen des Altertums und des Mittelalters, die irgendwie, positiv oder negativ, zur eigenen Grundanschauung sich in ein Verhältnis setzen lassen; und sie will für alle diese verschiedenartigen philosophischen Anschauungen den inneren Vereinigungspunkt darstellen, in gewisser Weise auch natürlich das Katharthikon (Läuterungsmittel), welches fast automatisch berechnete und unberechtigte Auffassungen, Wahres und Falsches voneinander sondert.

Diese Ansicht ist schon deshalb unberechtigt, weil der Standort, von dem aus die verschiedenen Systeme und philosophischen Richtungen geprüft werden, ein viel zu beschränkter und einseitiger ist und weil, gerade auch nach *Vaihingers* eigener Ansicht, eine jede wertvolle philosophische Anschauungsweise außerordentlich viel mehr ist als eine bloße logische Theorie oder eine Prinzipienlehre des Erkennens. Sie ist aber vor allem auch deshalb unberechtigt, weil, wie sich sehr leicht ergibt, *Vaihingers* eigene Theorie auf bestimmte metaphysische Grundvoraussetzungen zurückgeht, die weder für sich, noch nach ihrem inneren Zusammenhang, soweit ein solcher besteht, gedanklich neu erarbeitet, sondern dogmatisch aufgenommen und als philosophische Basis der logischen Theorie subtruiert sind — aufgenommen zum guten Teil von verschiedenen in der Gegenwart und jüngsten Vergangenheit einflußreich gewordenen philosophischen Richtungen, von denen der Verfasser teilweise selbst bekundet, daß sie, direkt oder indirekt, bestimmend auf ihn gewirkt hätten, denen er jedenfalls gleichsam als Parteigänger zugerechnet werden kann. So bekundet sich der Verfasser zunächst allgemein zum *Voluntarismus*, d. h. in der alten Streitfrage, ob die Intelligenz über den Willen, oder umgekehrt

dieser über jene, den Primat habe, vertritt *Vaihinger* die letztere Auffassung, die er, wie er betont, außer *Fichte* besonders *Schopenhauer* sowie der Kampf-ums-Dasein-Lehre *Darwins* verdankt. Er bekennt sich ferner als Voluntarist zu einer Art von *Biologismus*, etwa im Sinne von *Mach* und *Avenarius*, d. h. auch er will alle Denkprozesse letzten Endes den Gesetzen der Lebensvorgänge unterstellt wissen; und damit in Zusammenhang steht der *Phänomenalismus*, der alles Sein und Geschehen auf Empfindungselemente als Letztes und Gegebenes zurückgeführt wissen will. Als Voluntarist ist *Vaihinger* sodann auch Anhänger des *Pragmatismus*, der den praktischen Nutzen zum Kriterium der Wahrheit macht. Vor allem bekennt *Vaihinger* sich auch zur philosophischen Grundrichtung des *Positivismus*, d. h. indem er alle Metaphysik und alle Hypostasierung von Begriffen und Ideen ablehnt, will er sich allein an das positiv Gegebene, die Tatsachen und das Wirkliche, halten, wenn er auch meint, gerade auf diesem Wege der wahren Bedeutung der Ideen gerecht werden und so auch das Berechnete des Idealismus mit vertreten zu können — daher er seinen Standpunkt ganz besonders und allgemein als idealistischen Positivismus oder positivistischen Idealismus selbst bezeichnet.

Wollte man nun also die Auffassungsweise *Vaihingers* nach ihren allgemeinen philosophischen Grundlagen prüfen, so müßte man auch in eine Kritik aller jener neueren Richtungen, des Voluntarismus, Pragmatismus, Positivismus usw., eintreten, was natürlich an dieser Stelle nicht möglich ist. Aber es ist auch nicht notwendig, es genügt bereits, zur allgemeinsten Charakteristik auf den Punkt hinzuweisen, in dem sonst die logische mit der allgemein philosophischen Grundauffassung, die Theorie der Fiktionen mit den prinzipiellen Voraussetzungen der Philosophie des Als Ob eng zusammenhängen: das ist die Art und Weise, wie *Vaihinger* den Begriff der *Wirklichkeit* handhabt. Dieser ist ja durchaus entscheidend, da das „Wirkliche“ eben das naturnotwendige Korrelat des Fiktiven ist: die allgemeinste Charakteristik der Fiktion lautet dahin, daß sie ein Nicht-Wirkliches ist, aber als Wirkliches trotzdem angesehen und gehandhabt wird; und Fiktion und Hypothese unterscheiden sich wiederum nur durch ihre verschiedene Beziehung auf das „Wirkliche“.

Aber vergebens sucht man nun nach einem festen Anhaltspunkte für das, was *Vaihinger* als „wirklich“ und das „Wirkliche“ bezeichnet. Alle näheren Angaben darüber sind durchaus widerspruchsvoll, meist auch unklar, ganz im Gegensatz zu dem sonstigen Charakter des Buches, das sich durchweg durch eine, gerade bei philosophischen Schriften nicht gerade häufige, wohlthuende Klarheit auszeichnet. So erhält das Wirkliche bald einen entschieden objektiven, bald einen rein subjektiven Charakter, es wird bald erkenntnistheoretisch, bald rein psychologisch (namentlich

als zurückgehend auf die Empfindungen) bestimmt, und noch öfter bleibt dieser Begriff der Wirklichkeit und des „Realen“ in einem unbestimmten Halbdunkel, welches zuweilen nur so viel erkennen läßt, daß der Verfasser einfach das voraussetzt, was das naive Bewußtsein unter dem „Wirklichen“ begreift. Noch heillosen als innerhalb der allgemeinen philosophischen Voraussetzungen ist der Widerspruch innerhalb der logischen Theorie selbst. Diese behauptet, daß zu den Fiktionen auch die Kategorien, auch die abstrakten Allgemeinbegriffe, gehören — beides trifft aber gewiß auf den Begriff der Wirklichkeit zu, der einer der abstraktesten Allgemeinbegriffe und zugleich eine der wichtigsten Kategorien ist: also ist die Wirklichkeit selbst eine Fiktion, also kann die Beziehung der letzteren auf erstere nicht zu deren Kennzeichen gemacht, und ebenso Fiktion und Hypothese danach nicht mehr unterschieden werden, also fällt die ganze Theorie der Fiktionen in sich selbst zusammen. Wir brauchten an der Wirklichkeit nur um den Preis nicht zu zweifeln und zu verzweifeln, daß wir die Theorie der Fiktionen selbst aufgaben. Dazu ist ja auch durch diese selbst Veranlassung genug gegeben. Denn nach ihren Thesen beruht das, was wir Erkenntnis nennen, auf zahllosen Fiktionen und ist ihrem Wesen nach durchaus fiktiv. Kann die Philosophie des Als Ob eine Ausnahme bilden? Es ist nicht wohl möglich, daß sie uns das Wirkliche kenntlich macht und unterscheiden lehrt, da sie doch zugleich lehrt, daß es überall von Schein und Täuschung verhüllt sei. Auch können wir die Behauptungen der Als-Ob-Lehre schon deshalb nicht für wahr annehmen, da sie selbst uns doch versichert, daß es Wahrheit überhaupt nicht gebe, daß das, was wir so nennen, nur eben der zweckmäßigste Irrtum sei. Es hilft uns auch nichts, wenn wir uns aus dem Bereich der Theorie generell fortreiben und uns anweisen lassen, uns lediglich an die Praxis zu halten. Denn diese setzt doch immer wieder die Theorie voraus, beide sind ganz untrennbar verbunden, und man kann sie wohl einmal vorübergehend in der Theorie absondern und gegenüberstellen (auch das wäre dann also eine Fiktion), aber niemals — in der Praxis. Kurz, wie wir uns auch wenden mögen, wir finden uns überall in die heillosen Widersprüche verstrickt, und zwar so, daß die Philosophie des Als Ob immer durch sich selbst widerlegt wird.

Trotz alledem ist nun natürlich das *Vaihingersche* Werk nichts weniger als wertlos, sondern in vielen Beziehungen höchst verdienstvoll. Es gilt von ihm nicht bloß seine eigene These, daß die Wahrheit im Grunde nur der zweckmäßigste Irrtum sei, sondern mit ebensoviel und noch größerem Recht das Umgekehrte: daß der Irrtum auch eine zweckvolle Wahrheit sei — zweckvoll, d. h. eben selbst als Irrtum der Wahrheit dienend. Die Relation von Irrtum und Wahrheit ändert sich ja unaufhörlich je nach der — zeitlichen und

ideellen — Distanz des Beobachters; daher kann etwas in unmittelbarer Nähe als große, bedeutungsvolle Wahrheit erscheinen, was in der Ferne immer mehr zusammenschrumpft und nicht mehr als Wahrheit zu erkennen ist — sowie ein Gegenstand in der Nähe sehr groß und wichtig erscheint, der in der Ferne als bedeutungslos verschwindet. In diesem Sinne beruht ja bei sehr vielen wissenschaftlichen Theorien die Vermischung von Irrtum und Wahrheit darauf, daß ein Prinzip von beschränkter Geltung in seiner Bedeutung, die man nur aus nächster Nähe beobachtete, übertrieben und allzu weit ausgedehnt wurde.

Für das vorliegende Werk ist dies ziemlich deutlich zu erkennen. Der Verfasser ist, wie er selbst angibt, ausgegangen von den fiktiven Elementen in der Mathematik und den Naturwissenschaften, vor allem denen, die vorzugsweise an der Mathematik orientiert sind. Erst von hier aus wurde dann der Haupt Gesichtspunkt auch auf andere Gebiete übertragen, und so, sagt der Verfasser selbst, „kam die Synthese zustande, welche nun hier vorliegt, eine Synthese, welche in dem Verfahren des Mathematikers und des Theologen, des Physikers und des Juristen denselben Grundzug wieder erkennt“.

Nun ist gewiß keine Frage, daß es Fiktionen der von *Vaihinger* charakterisierten Art in der Mathematik nicht nur zahlreich gibt, sondern daß sie hier auch eine höchst wichtige, bedeutsame Rolle spielen. Das zeigt schon die Elementarmathematik überall: wenn ich z. B. die Kongruenz zweier Dreiecke beweisen will, so *fingiere* ich, sie wären, ungeachtet der gegebenen Voraussetzungen, nicht kongruent, ich gehe ganz so vor, *als ob* sie nicht kongruent wären — und gelange so, mit Hilfe eines Irrtums, auf praktischem Wege zur Erkenntnis, vom fingierten Unwirklichen aus zur Wirklichkeit. Vielleicht noch wichtiger ist der Begriff der Fiktion in der höheren Mathematik und bei der Lösung der verwickelteren mathematischen Probleme, und *Vaihinger* hat das namentlich an dem Beispiel des Infinitesimal-Kalküls und seiner Geschichte in sehr instruktiver Weise illustriert. Auch ist es ja unbestreitbar, daß die Mathematik auf zahlreiche Fiktionen sich geradezu aufbaut und ohne sie nicht bestehen kann: man denke etwa an die Größe Null oder  $\sqrt{-1}$  oder die beiden Geraden, die sich im Unendlichen schneiden (Parallelen) usw. Wie hier die Fiktion geradezu das wichtigste und schlechterdings unentbehrliche Vehikel der Erkenntnis ist, zeigt sich auch dadurch besonders deutlich, daß häufig die Wahrheit durch zwei Fiktionen gefunden wird, die sich wechselseitig aufheben. So betrachtet man den Kreis als eine Ellipse, deren Brennpunkte die Distanz Null haben: Kreis = Ellipse ist die eine, Distanz = 0 ist die andere Fiktion; jede bezeichnet etwas Unmögliches, Unwirkliches, Widerspruchsvolles, und doch führen beide durch Kompensation zur Erkenntnis. Ähnlich und noch deutlicher z. B. bei



den Gleichungen zweiten Grades: mit der Gleichung  $x^2 + px = q$  kann das Denken nichts anfangen; aber nun fingiere ich, daß die eine der beiden Seiten der Gleichung um  $\left(\frac{p}{2}\right)^2$  vergrößert werde, korrigiere aber diesen Fehler, indem ich auf der anderen Seite dieselbe Fiktion vornehme, und nun ist die Gleichung auflösbar:

$$x^2 + p x + \left(\frac{p}{2}\right)^2 = q + \left(\frac{p}{2}\right)^2.$$

Der Grund dafür, warum in der Mathematik die Fiktionen eine so wichtige und bedeutungsvolle Rolle spielen, ist die gesonderte erkenntnistheoretische Stellung, welche die Mathematik einnimmt. Was damit gemeint sei — auf das Nähere kann an dieser Stelle natürlich nicht eingegangen werden —, ist jedem ohne weiteres einleuchtend, der mit der Kantischen Lehre vertraut ist. Man könnte den Hauptpunkt kurz so ausdrücken: in der Mathematik spielen die Fiktionen deshalb eine so wichtige Rolle, weil in ihr im Grunde alles fiktiv ist, weil es auch Flächen, Linien und Punkte als Realitäten im Sinne *Vaihingers*, also objektiv, unabhängig vom Erkenntnisvermögen bestehend, nicht gibt, ebensowenig wie die Größe 0 und  $\infty$  oder  $\sqrt{-1}$ ; und die letzteren, welche *Vaihinger* als Fiktionen kennzeichnet, wären sonach im Grunde nur besonders drastische, hervorstechende und als solche einleuchtende Fiktionen. Aus ebendenselben Grunde kann es darum auch in der Mathematik, im Unterschiede von anderen Erkenntnisgebieten, nur Fiktionen, aber keine Hypothesen geben.

Es ist darum auch ohne weiteres einleuchtend, daß man den Begriff der Fiktion im mathematischen Sinne nicht ohne weiteres auf andere Erkenntnisgebiete übertragen kann; daß er jedenfalls hier schwankend, unsicher oder unhaltbar werden muß; und dies um so mehr, je weiter man sich von der Mathematik entfernt. So spielt die Fiktion gewiß noch eine bedeutungsvolle Rolle auch in der mathematischen Physik, wie etwa der Begriff des Gravitations-Zentrums, d. i. des Punktes, in welchem die Schwerkraft eines Körpers konzentriert gedacht wird, oder auch selbst noch der des Atoms, dessen mathematischer Charakter ja unverkennbar ist, noch als solche Fiktionen aufgefaßt werden können. Dagegen ist es schon unmöglich, oder mindestens irreführend und höchstens eine Halbwahrheit, den physikalischen Begriff der Kraft in gleichem Sinne als Fiktion zu begreifen. Vollends den Begriff der Fiktion noch weiter auszudehnen, selbst Ideen, Allgemeinbegriffe, Kategorien usw. insgesamt darunter zu begreifen, und schließlich ihn gar zum allgemeinen Erkenntnisprinzip zu erheben und so zum tragenden Begriffe einer allgemeinen philosophischen Prinzipienlehre zu machen, kann nur zu jenen Abirrungen und heillosen Widersprüchen führen, von denen oben die Rede war.

Dennoch ist auch dies letztere in der Art, wie

es von seiten *Vaihingers* geschehen ist, noch wertvoll und verdienstlich. Wertvoll ist diese allseitige Beleuchtung des Begriffs der Fiktion vor allem in *heuristischer* Hinsicht, indem dadurch viele Gesichtspunkte und Beziehungen aufgedeckt werden, die sonst leicht verborgen geblieben wären. Und überhaupt ist ja jedes konsequente Durchdenken eines Prinzips immer sehr förderlich, auch dann noch, wenn sich mancherlei Einseitigkeiten und Irrtümer nicht vermeiden lassen; es ist in solchem Falle um so förderlicher, wenn es mit so viel Klarheit und Sachkunde auf der Grundlage eines umfassenden Wissens geschieht, wie das im Werke *Vaihingers* der Fall ist. In diesem Sinne ist es also für die verschiedenartigsten Erkenntnisgebiete, ganz besonders auch für die Mathematik und die mathematischen Naturwissenschaften, lehrreich und förderlich, den Gedankengängen der Philosophie des Als Ob nachzugehen und auch diejenigen wissenschaftlichen Begriffe, die man als Fiktionen keineswegs anzusehen vermag, doch zunächst einmal unter der Leitung des vorliegenden Werkes ganz so zu betrachten, als ob sie Fiktionen wären.

### Zur Frage:

### Nichteuklidische Geometrien und Raumbestimmung durch Messung.

Von Prof. Dr. Richard Hönigswald, Breslau.

1. Unter den durch den Begriff und die systematische Entfaltung der nichteuklidischen Geometrien veranlaßten wissenschaftlichen Streitfragen — soweit sie nicht dem eigentlichen Interessenkreis der Mathematik angehören — insbesondere zwei hervor: das Problem von dem apriorischen Charakter geometrischer Urteile und die Frage nach der tatsächlichen Beschaffenheit „unseres Raumes“. Das erstgenannte Problem könnte nur im Rahmen umfassender erkenntnistheoretischer Erwägungen diskutiert werden. Ist es doch ohne scharfe Bestimmung und kritische Analyse des methodischen Begriffs der *Apriorität* nicht einmal zu exponieren, geschweige denn zu lösen. — Anders die zweite Frage. Ungeachtet der Fülle erkenntnistheoretischer Beziehungen, in die auch sie sich unweigerlich eingliedert, gestattet sie doch aus ganz bestimmten methodischen Gründen eine vergleichsweise *geschlossene* kritische Betrachtung. Und da sie überdies dem Interessenkreis des theoretischen Physikers vielleicht auch näher steht, so mag ihr diese kurze, prinzipielle Überlegung gewidmet sein.

2. Wir stellen die Frage nach der geometrischen Beschaffenheit „unseres Raumes“ in der Form einer These zur Diskussion, deren sich die Verteidiger des Gedankens einer experimentellen Bestimmbarkeit des Erfahrungsraumes gern zu bedienen pflegen. Die Beschaffenheit „unseres Raumes“ sei, so argumentiert man, von der mathematischen Einsicht in die Gesetzmäßigkeit der eukli-

dischen, beziehungsweise der nichteuklidischen Geometrien durchaus unabhängig. Sie sei eine Tatsache, wie andere. Es habe deshalb einen guten wissenschaftlichen Sinn, durch *Messung* feststellen zu wollen, ob „unser Raum“ tatsächlich euklidisch sei oder nicht. Wohl stoße ja jeder Versuch solcher Messung, nach der Lage der Dinge, auf gewisse, unüberwindliche Schwierigkeiten. Aber diese Schwierigkeiten seien doch immer nur tatsächlicher, gewissermaßen *technischer* Natur. Jeder Versuch einer messenden Bestimmung des Erfahrungsraumes nämlich impliziere bereits in dem Satz von der Geradlinigkeit des Lichts möglicherweise eine Voraussetzung zugunsten der euklidischen Geometrie und keine der zur Verfügung stehenden Maßmethoden gestattet einen Verzicht auf jenen Satz. Jede Aussage über das Ergebnis einer Messung des Erfahrungsraumes sei daher von vornherein schon mit einem Mangel behaftet, der den methodischen Wert des Verfahrens im höchsten Grad fragwürdig erscheinen läßt. Aber diese Schwierigkeit, so erklärt man weiter, berühre das *Prinzip, den Sinn*, der Aufgabe nicht. Mag auch eine Messung nicht, oder derzeit nicht *durchführbar* sein, ja selbst völlig aussichtslos erscheinen; — die *Aufgabe* einer experimentellen Feststellung der „geometrischen Beschaffenheit“ des Erfahrungsraumes *als solche* bleibt doch sinnvoll und bestehen. Der Gedanke, daß diese experimentelle Feststellung möglich sei, könne daher schlechterdings nicht aufgegeben werden. Es gebe zum mindesten kein Argument dafür, daß sie als Tatsachenfeststellung *grundsätzlich* unmöglich sei.

3. Ehe man nun in die Analyse dieser These eintritt, ist es zweckmäßig, den Blick auf eine Reihe von Vorfragen zu lenken. Wir setzen zunächst den Fall, die These bestehe zu Recht, d. h. die Messung „unseres Raumes“ zum Zweck der Bestimmung seiner geometrischen Beschaffenheit sei, ungeachtet der Umstände ihrer tatsächlichen Durchführbarkeit, eine sinnvoll und einwandfrei gestellte Aufgabe. Ja, wir setzen, daß solche Messung tatsächlich möglich sei und etwa zu dem Ergebnis geführt habe, der gemessene Raum *ist euklidisch*. Was, so fragen wir zunächst, wäre mit solchem Ergebnis *nicht* erzielt? Es wäre a) nicht erzielt eine Entscheidung über den wissenschaftlichen Gehalt und den Geltungswert der euklidischen Geometrie als mathematischer Disziplin. Es wäre nicht erzielt eine Entscheidung über „die Richtigkeit“ der euklidischen Geometrie als mathematischer Disziplin; genau so wenig freilich wie über die „Unrichtigkeit“ nicht-euklidischer Geometrien als mathematischer Disziplinen. Was auch unter geometrischer „Richtigkeit“ und „Unrichtigkeit“ verstanden werden mag, die messende Bestimmung „unseres Raumes“ entscheidet über sie nicht. Euklidische und nicht-euklidische Geometrien verhalten sich eben in dieser Hinsicht gleich. — Es würde aber weiterhin b) auch nicht entschieden sein über die *Gründe*

der Anwendbarkeit der euklidischen Geometrie auf „unseren Raum“. Denn die experimentelle Aufweisung einer euklidischen Bestimmtheit *an* „unserem Raum“ ist, ganz prinzipiell verstanden, keine Aufweisung von Gründen, die die Anwendbarkeit der euklidischen Raumgesetzlichkeit auf „unseren Raum“ verbürgen. — Und würde andererseits die als durchgeführt angenommene Messung zeigen, daß der gemessene Raum *nicht-euklidisch* sei, so würde damit, und zwar aus verwandten Gründen, wiederum keine Entscheidung getroffen sein a) hinsichtlich des wissenschaftlichen Gehalts und des Geltungswerts nichteuklidischer Geometrien als mathematischer Disziplinen, natürlich auch keine Entscheidung gegen Gehalt und Geltungswert der euklidischen Geometrie als mathematischer Disziplin; ebensowenig b) hinsichtlich der Gründe für die Anwendbarkeit nichteuklidischer Raumgesetzlichkeiten auf „unseren Raum“.

Erzielt wäre dagegen, gleichviel ob die Messung für oder gegen die Euklidizität „unseres Raumes“ entschiede, die Kenntnis einer *Tatsache*, im strengsten, d. h. empirischen Sinn dieses Wortes. Erzielt wäre, anders ausgedrückt, eine Aussage entweder ausschließlich darüber, daß „unser Raum“ hier und so gemessen, diese und diese Beschaffenheit aufweise; oder aber eine Aussage als Grundlage für einen empirischen Wahrscheinlichkeitsschluß auf die geometrische Beschaffenheit „unseres Raumes“ überhaupt, d. h. auf dessen Beschaffenheit auch dort, wo er *nicht* gemessen worden ist, bzw. gemessen werden konnte. Mit *mathematisch-geometrischer* Einsicht hat natürlich auch der letztgenannte Fall nicht das geringste zu tun.

4. Annahmegemäß aber gilt diese ganze Erwägung nur unter *einer* Voraussetzung, nämlich unter der, daß die *These* einen legitimen Gebrauch vom *Begriff* der Messung gemacht hatte. Indem wir uns nunmehr anschicken zu prüfen, ob und inwieweit diese Voraussetzung zutrifft, stehen wir bereits inmitten einer Diskussion der These selbst, d. h. einer kritischen Untersuchung des Gedankens, inwieweit die Forderung einer experimentell messenden Bestimmung „unseres Raumes“ überhaupt methodisch sinnvoll und gerechtfertigt, mithin theoretisch möglich ist.

Macht also, so muß jetzt gefragt werden, die These einen legitimen Gebrauch von dem Begriff der Messung? Nun ist ein legitimer Gebrauch von dem Begriff der Messung ein solcher, der dem *Begriff* der Messung gemäß ist. Deshalb ist mit jener ersten Frage die weitere gestellt: Was enthält, wodurch bestimmt sich der *Begriff der Messung*? Messen und Maße sind, wenigstens in dem hier einzig in Betracht kommenden Sinn, d. h. im Hinblick auf den Gedanken experimenteller Feststellung, Begriffe, in denen zwei ihrem logischen Charakter nach klar unterschiedene Momente zueinander in unlösbarer Wechselbeziehung treten. Das eine dieser Momente ist die Gesetz-

lichkeit einer extensiven Mannigfaltigkeit; das zweite eine spezifische Art der inhaltlichen Bestimmtheit. Der Begriff des Messens vereinigt kurz, wenngleich nicht ganz genau gesagt, allemal eine geometrische und eine „physikalische“ Komponente. Oder mit anderen Worten: Von Messen und Maß in dem von der These gemeinten Sinn zu sprechen ist nur möglich im Hinblick auf eine zweigliedrige *Relation* zwischen der Gesetzlichkeit einer extensiven Mannigfaltigkeit und einer den Bedingungen dieser Gesetzlichkeit genügenden inhaltlichen Bestimmtheit, wobei die besondere Art sowohl der extensiven Mannigfaltigkeit, als auch der ihre Forderungen erfüllenden Inhaltsbestimmtheit zunächst gleichgültig ist. Messen bedeutet, man denke nun an die einfachsten oder an die komplexesten Fälle, die Bestimmung eines Erfahrungsobjekts gemäß der Norm jener Relation, einer Norm, die sich von Fall zu Fall in dem jeweiligen „Maßstab“ verkörpert. Die dem Gedanken des Messens zugrundeliegende Relation repräsentiert also eine komplexe Einheit, die dem einen ihrer Glieder, nämlich dem geometrischen — gerade wegen ihrer unweigerlichen *inhaltlichen Bestimmtheit* — als selbständiger Faktor, als Faktor von eigenartiger logischer Valenz gegenübersteht. In dem Begriff des Messens äußert sich eine spezifische, von geometrischen Gesetzlichkeiten irgendwelcher Art wohl nicht unabhängige, aber von ihnen nichtsdestoweniger scharf unterschiedene logische Funktion. Oder konkret gesprochen: Wer von „Messen“ redet, etwa von Längenmessung mittels des Metermaßes, der meint ein anderes wie räumliche Bestimmtheit im Sinne der Geometrie; der meint räumliche Bestimmtheit in Beziehung auf eine Bestimmtheit nichtgeometrischen Charakters, in Beziehung etwa auf die Gesetzlichkeit der Wärme. Denn man kann nicht „messen“, ohne neben der räumlichen zugleich auch die naturgesetzliche Bestimmtheit dessen, *was* und zugleich dessen, *womit* gemessen werden soll, in Betracht zu ziehen, vielleicht genauer: ohne die räumliche Bestimmtheit im Hinblick auf ihr Verhältnis zu naturgesetzlichem Verhalten zu beurteilen. (Ausdehnung der Körper durch Wärme.) Wer von „Messen“ redet, der meint das räumliche Verhalten von *Naturobjekten*; der meint demgemäß *zugleich* Naturgesetzlichkeit. Geometrie als mathematische Disziplin ist auch nicht die Wissenschaft von der räumlichen Messung. Sie für eine solche erklären, heißt entweder aus dem Begriff der Messung das naturgesetzliche Moment ausschalten und ihn dadurch jeglichen Sinns berauben; oder aber es heißt den von aller Beziehung auf Erfahrung unabhängigen Gehalt der Geometrie als mathematischer Disziplin verkennen. Geometrie ist so betrachtet die Theorie nur des einen der beiden Elemente, nämlich des räumlichen, die der Begriff der Messung in sich schließt. Die unlösbare Gemeinschaft räumlich-geometrischer und eigentlich naturgesetzlicher Bestimmtheit im Begriff des

Messens — das ist die Relation, von der oben die Rede gewesen.

Nun unterliegt der Bedingung dieser Relation unweigerlich *sowohl der Maßstab als auch der zu messende Gegenstand*, kurz: *das Maßobjekt*. Das kommt nicht allein in der unabweisbaren und selbstverständlichen Forderung des Physikers zum Ausdruck, daß jedes seiner Untersuchung zugängliche Objekt „meßbar“ sein müsse; das folgt noch viel deutlicher aus der Erwägung, daß grundsätzlich jeder „Maßstab“ anderen Maßstäben gegenüber Maßobjekt und jedes Maßobjekt anderen Maßobjekten gegenüber jederzeit Maßstab muß werden können. Es folgt ferner aus der Einsicht, daß Messung wohl Bestimmung eines bis dahin eben in der Richtung der Messung noch nicht Bestimmten bedeutet; daß sie aber zugleich den Gedanken der *Bestimmbarkeit*, hier der *Meßbarkeit*, des zu Bestimmenden in sich schließen muß, soll der Begriff der Messung überhaupt einen angebbaren Sinn erhalten. Meßbarkeit heißt grundsätzliche Bestimmtheit im Sinne des Maßstabes, beziehungsweise des Begriffs der Messung. Solche grundsätzliche Bestimmtheit teilen miteinander Maßstab und Maßobjekt. *Beide* unterliegen der Bedingung jener oben erörterten Relation, die den Begriff des Messens definiert.

5. Wir kehren nunmehr zu dem Ausgangspunkt der Untersuchung, zu der These von der prinzipiellen Meßbarkeit „unseres Raums“ zurück. Er ist im Sinne der These das „Maßobjekt“. Als solches muß er gemäß der Norm der den Begriff der Messung definierenden Relation bestimmt sein. Wir lassen es dahingestellt sein und fragen nicht: Welches ist die spezifische Inhaltsbestimmtheit des „Maßobjekts“, das wir im Sinne der „These“ als „unseren Raum“ bezeichnen? Wir stellen nur fest: Wenn „unser Raum“ überhaupt Maßobjekt sein soll — und dafür *muß* ihn die „These“ halten —, dann muß sein Begriff auch durch irgendein System extensiver Mannigfaltigkeit, durch irgendeine geometrische Gesetzlichkeit mitdefiniert sein. Welches nun ist diese geometrische Gesetzlichkeit? — das allein kann hier gefragt werden. Hat man aber diese Frage einmal erfaßt, dann ist die *völlige Problemlosigkeit* der Aufgabe, eine „Messung“ „unseres Raumes“ vorzunehmen, um festzustellen, ob er den geometrischen Voraussetzungen der Messung genügt oder nicht, *erwiesen*. — Wird überhaupt geurteilt, „unser Raum“ sei meßbar, so ist dies nur möglich vermöge gewisser geometrischer Voraussetzungen, die hinsichtlich seines Begriffs bereits gemacht sein müssen. Fehlen solche Voraussetzungen, so ist die Rede von der Meßbarkeit „unseres Raumes“ sinn- und richtungslos. Es gibt, anders ausgedrückt, keinen „meßbaren“ Raum, der von den jeweiligen Voraussetzungen für den Begriff der „Meßbarkeit“ unabhängig wäre. Ihn dennoch dafür erklären, heißt nicht weniger, als eine Aufgabe unter der Voraussetzung lösen wollen, daß die Bedingungen ihres Begriffs ausgeschaltet werden. Genau dasselbe aber heißt es,

von einem für „meßbar“ erklärten Raum zu erwarten, daß er die Voraussetzungen seiner Meßbarkeit möglicherweise „widerlegen“ oder auch nur „bestätigen“ könnte: er „ist“ eben *als* meßbares Objekt nur vermöge jener Voraussetzungen.

6. Es betrifft eine besondere, hier zunächst gleichgültige Frage, ob denn in den Begriff der „Meßbarkeit“ von Erfahrungsobjekten — und ein Erfahrungsobjekt soll doch wohl auch „unser Raum“ als möglicher Gegenstand der Messung sein — *nur* die euklidische Raumgesetzlichkeit eingehe oder nach welchen Gesichtspunkten vielleicht auch andere Raumgesetzlichkeiten an jenem Begriff der „Meßbarkeit“ teil haben könnten. Wenn und sofern aber die *euklidische* Gesetzlichkeit für das begriffliche Bestandteil der Relation gilt, die die Messung von Erfahrungsobjekten beherrscht, sofern ist es nicht nur eine „technische“, sondern eine *gedankliche* und prinzipielle Unmöglichkeit, von einer Messung „unseres Raumes“ im Sinne der These ein Ergebnis zu erwarten. Die geometrische Beschaffenheit „unseres Raumes“ scheint nur insoweit ein Gegenstand messender Tatsachenfeststellung zu sein, als der Begriff der „meßbaren“ Tatsache selbst undefiniert und unanalysiert bleibt.

7. Man wird in dieser Phase unserer Argumentation gut tun, eine Reihe von Begriffen klar zu unterscheiden. Es gibt 1. einen Begriff des geometrischen Raumes, beziehungsweise geometrischer Räume, euklidischer und nichteuklidischer, die sich in ihrer spezifisch-mathematischen Gesetzlichkeit erschöpfen. Es gibt 2. den Begriff eines psychophysiologischen Raumes. Seine Gesetzlichkeit ist die Gesetzlichkeit der „Raumanschauung“. Er scheint gewisse Eigenschaften mit dem euklidischen Raum zu teilen, andere nicht (Verschiedenwertigkeit der Richtungen im Raume usw. usw.). Es gibt schließlich 3. den Raum als Element einer Maßgesetzlichkeit. Als solches kann er je nach dem Stand und den Bedürfnissen der physikalischen Forschung — denn Messen ist ein Begriff, der zunächst innerhalb dieser auftritt — euklidisch oder auch nichteuklidisch sein. Es könnten nämlich physikalische Probleme auftauchen, denen die Bedingungen einer euklidischen Maßgesetzlichkeit überhaupt nicht mehr genügen, oder genauer, denen eine Relation als Maßgesetzlichkeit nicht genügt, deren geometrische Komponente die euklidische Geometrie ist. Ja, es könnte sich selbst herausstellen, daß die euklidische Maßgesetzlichkeit *keinem* physikalischen Problem genügt, d. h. daß sie kein Moment in der Definition des physikalischen Objekts ist. Das wäre der Fall, wenn die Mannigfaltigkeit physikalischer Teilprobleme nur unter der Voraussetzung einer nichteuklidischen Maßgesetzlichkeit zu systematischer Einheit verknüpft werden könnte. In diesem Fall aber würde die Aufgabe unabweisbar werden, auch die Meßbarkeit „unseres Raumes“ im Sinne einer nichteuklidischen Maßgesetzlichkeit zu bestimmen. Es ist klar, daß diese Aufgabe

nun wieder ihrerseits jene andere, der „These“ korrespondierende Frage grundsätzlich ausschliesse, ob denn nicht „unser Raum“ von dem nichteuklidischen Verhalten, diesmal zugunsten des euklidischen, vielleicht doch abweiche. Der Gedanke, daß ein *meßbarer* Raum *nichteuklidisch* ist, hat eben einen Sinn nur, sofern Nicht-Euklidizität schon in den Begriff der Meßbarkeit, bzw. des Maßobjekts selbst eingeht. Ob das der Fall ist, das ist eine Frage der Entwicklung der physikalischen Forschung und nicht eine davon unabhängige Aufgabe experimenteller Messung.

8. Wir können nunmehr allgemein erklären: Die Problemstellung der „These“ überhaupt ist falsch. Ihr Problem beruht darauf, daß ein unanalysierter und undefinierter Begriff vom Raum als „unser Raum“ stillschweigend eingeführt und als mögliches Objekt einer Messung bezeichnet wird. Die These übersieht, daß „Messen“ kein geometrischer, sondern ein, im allgemeinsten Sinn des Wortes, *physikalischer* Begriff ist. Sie übersieht infolgedessen, daß Maßstab und Maßobjekt von der Maßrelation in gleicher Weise umspannt werden, daß die Maßrelation eine Bedingung darstellt, der sowohl Maßstab, wie Maßobjekt genügen müssen, und daß die Frage, ob sich denn das Maßobjekt dieser Bedingung nicht vielleicht doch entziehen könnte, gleichbedeutend sei mit der Aufhebung des Gedankens der Messung überhaupt und daher auch mit der Aufhebung der Aufgabe selbst. Sie übersieht, daß Messen allemal nur innerhalb der Norm eines Maß Gesichtspunkts (Maßprinzips) möglich ist. — Die These verfährt grundsätzlich kaum anders, wie etwa der, der „versuchen“ wollte, ob es, entgegen der landläufigen wissenschaftlichen Auffassung, doch vielleicht prinzipiell möglich sei, mit Längenmaßen Wärmemengen zu messen; beziehungsweise, ob es sich nicht vielleicht mit Hilfe eines klug ersonnenen Experiments doch zeigen ließe, daß Wärmemengen im Grunde genommen Längen sind. Hier liegt ja freilich die Unmöglichkeit offen zutage. Aber in der *Sache* ist sie gewiß nicht geringer bei dem Problem der These. Sie *scheint* es nur zu sein, weil das Wort „Raum“ eine Identität vortäuscht, die in Wahrheit gar nicht besteht. „Unser Raum“, der gemessen werden soll, ist eben nicht *der* „Raum“, der dem beabsichtigten Maßexperiment zugrunde liegt. Noch einmal muß es darum gesagt werden: Um von „unserem Raum“ als möglichem Maßobjekt sprechen zu können, muß er als Maßobjekt implizit oder explizit bereits definiert sein. Und das ist er nur im Hinblick auf eine ihm *und* dem Maßstab gemeinsame Relation. Liegt diese aber vor, dann ist die Frage der These erledigt, bevor sie überhaupt gestellt werden konnte; liegt sie nicht vor, dann ist die Frage schlechterdings sinnlos.

9. Man wird diesen Erwägungen vielleicht entgegenhalten: Was also ist denn eigentlich „unser

Raum“? Aber sofort sieht man, daß diese Frage keinem Einwand gleichkommt. Ganz im Gegenteil! Sie hätte gerade von den Verfechtern der „These“ gestellt und beantwortet werden müssen, bevor noch die Forderung erhoben war, die Beschaffenheit „unseres Raumes“ messend experimentell zu ergründen. So richtet sich jene Frage unter dem Gesichtspunkt der vorliegenden Erwägungen geradezu gegen die Verfechter der „These“. Wir dürfen uns über sie an dieser Stelle kurz fassen. „Was“ auch, so wird zu sagen sein, „unser Raum“ „sein“ mag, als Gegenstand der Messung unterliegt er deren Bedingungen. Fixiert man aber die letzteren, so ist das Problem der „These“ selbst gegenstandslos.

10. Damit könnten wir die Erörterung eigentlich beschließen. Nur um der logischen Eindeutigkeit der Problemstellung willen sei noch eine kurze Bemerkung hinzugefügt. Die Frage der These, ob denn „unser Raum“ tatsächlich euklidisch sei oder nicht, muß unterschieden werden von der Frage nach den Gründen, aus welchen räumlich-extensive Gesetzmäßigkeiten überhaupt auf die „Natur“ anwendbar sind. Die letztere Frage ist sehr wohl möglich, sofern sie darauf abzielt, die Bedingungen aufzuklären, vermöge deren die Objektivität des Erfahrungsgegenstandes Bestimmtheit auch im Sinne extensiv-räumlicher Gesetzmäßigkeit bedeuten müsse. Will sie dagegen davon unabhängig besagen, „warum“ denn das Erfahrungsobjekt so beschaffen sei, wie es beschaffen ist, weshalb also gerade diese und nicht andere die Bedingungen, oder warum es überhaupt Bedingungen sind, denen es genügt, so ist sie sinnlos, weil sie den Sinn des „Warum“, das immer nur einen Hinweis auf ein Bedingungsverhältnis bedeutet, mißbraucht, oder was dasselbe bedeutet, seines Inhalts beraubt.

## Besprechungen.

**Weimarn, P. P. von, Zur Lehre von den Zuständen der Materie.** Preisschrift der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften St. Petersburg und der Kaiserlichen Universität Moskau. Zwei Bände. Erster Band, Text, X, 190 S.; Zweiter Band, Atlas, 100 Abbildungen auf 52 Tafeln. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1914. Preis für das ganze Werk geh. M. 7,—, geb. M. 9,—.

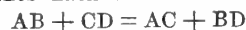
Das vorliegende Werk des russischen Kolloidchemikers P. P. von Weimarn stellt im großen und ganzen einen Abdruck eines Teiles einer vor einigen Jahren in Band 2 bis 5 der *Kolloidzeitschrift* (1908 bis 1909) unter dem gleichen Titel „Zur Lehre von den Zuständen der Materie“ herausgegebenen Abhandlung dar. Der Atlas enthält sämtliche vom Verfasser bisher veröffentlichte und einige neue Photographien von Niederschlagsstrukturen. Als Grund des Neudruckes gibt der Verfasser an, daß viele seiner Kollegen ihn auf die Unzweckmäßigkeit, einen so umfangreichen Aufsatz in einer periodisch erscheinenden Zeitschrift zu veröffentlichen, aufmerksam gemacht und ihm den Rat gegeben hätten, das Werk in Form eines Buches herauszugeben, um damit den Interessenten die Möglich-

keit zu bequemerem Studium der Arbeit zu geben. Den Inhalt des Buches bilden die Untersuchungen des Herrn von Weimarn über die Struktur von Niederschlägen und vor allen Dingen die von ihm aus seinen Beobachtungen gezogenen Schlüsse.

Wie der Verfasser zeigt, hängt die Struktur von Niederschlägen, so z. B. die Struktur von Baryumsulfat- oder von Aluminiumoxydhydratniederschlägen, von den Versuchsbedingungen ab, und zwar hat er insbesondere den Einfluß, den die Konzentration der miteinander unter Niederschlagsbildung reagierenden Lösungen ausübt, einer näheren Untersuchung unterworfen. Wird die Sättigungskonzentration des Niederschlags nur um einen äußerst geringen Betrag überschritten, so scheidet sich der Niederschlag auch nur äußerst langsam, nach Jahren, in gut ausgebildeten Kristallen aus. Bei etwas höherer Konzentration bildet sich der Niederschlag etwas schneller, und zwar auch dann in gut ausgebildeten Kristallen. Steigert man die Konzentration der reagierenden Lösungen allmählich, so tritt die Niederschlagsbildung schneller ein, auch geht ihr in diesem Falle eine Opaleszenz voraus. Jedoch erweisen sich die entstehenden Kristalle bei weiterer Konzentrationssteigerung als kristallographisch weniger und weniger gut ausgebildet (Skelettbildung), und bei hohen Konzentrationen schließlich nehmen die Kristalle mehr und mehr die charakteristischen Formen der sogenannten „amorphen Niederschläge“, z. B. die Form von Gallerten, an. Diese Erscheinungsreihe zeigen nun nicht nur das Baryumsulfat und das Aluminiumoxydhydrat, sondern, wie Herr von Weimarn an einer größeren Anzahl mehr oder minder eingehend untersuchter anorganischer Verbindungen (Elemente, Oxyde und Salze) festgestellt hat, für alle im gewöhnlichen Sinne als sehr schwerlöslich zu bezeichnenden Substanzen. Es lassen sich daher auch solche Verbindungen, die, wie das in Wasser leicht lösliche Kochsalz, in der Regel in Form mehr oder minder gut ausgebildeter Kristalle erhalten werden, dadurch in Form „amorpher“ Niederschläge gewinnen, daß man sie unter geeigneten Konzentrationsverhältnissen in Lösungen, in denen sie sehr schwer löslich sind, z. B. in Methylalkohol, entstehen läßt. Diese zweifellos interessanten Tatsachen, die überdies durch recht wohlgelungene und in sauber ausgeführten Autotypen reproduzierte Photographien erläutert sind, bilden den wesentlichen experimentellen Inhalt des Werkes.

Auf einer viel tieferen Stufe, als die Versuche des Herrn von Weimarn, stehen, wie an dem folgenden Beispiel gezeigt werden soll, seine theoretischen Auseinandersetzungen.

Die Form eines nach der schematischen Gleichung



in einer Lösung entstehenden Niederschlages AC hängt, wie Herr von Weimarn angibt, vollständig von einem von ihm als „Niederschlagsformkoeffizient“ bezeichneten Koeffizienten  $N$  ab:

$$N = \frac{P}{L} \cdot K_{AB} \cdot K_{CD} \cdot K_{BD} \cdot K_{AC} \cdot Z \dots$$

„Es ist hierin, so erläutert der Verfasser seine Gleichung,  $P$  die Stoffmenge des Körpers AC, welche nach kurzer oder langer Zeit sich aus dem gegebenen Volumen in Form einer grobkörnigen Phase ausscheiden muß,  $L$  die Löslichkeit des Körpers AC in grobkörnigem Zustande,  $K_{AC}$  der Grad der chemischen (Kompliziertheit der Zusammensetzung) oder physikalischen Assoziation in der Lösung des Körpers AC,  $K_{AB}$



der Grad der chemischen oder physikalischen Assoziation in der Lösung einer Assoziationskomponente,  $K_{OD}$  der Grad der chemischen oder physikalischen Assoziation in der Lösung einer anderen Reaktionskomponente,  $K_{BD}$  der Grad der chemischen oder physikalischen Assoziation in der Lösung eines zweiten Produktes der Umsetzung,  $Z$  der Zähigkeitsgrad des Kristallisationsmediums“ (S. 7).

Der Ausdruck für  $N$  soll nun aber nicht, wie vielleicht ein Physiker oder Chemiker, der die unklare Ausdrucksweise des Verfassers noch nicht kennt und daher hinter der mathematisch-exakten Formulierung einen mathematisch-exakten Begriff suchen könnte, eine „Gleichung“ oder eine „Formel“ sein — diese Annahme wird schon dadurch ausgeschlossen, daß das Wort „Niederschlagsformkoeffizient“ nicht definiert wird —, sondern soll nur besagen, daß die Form des Niederschlages von den in der Gleichung genannten Größen irgendwie abhängt und daß eine Vergrößerung des Faktors  $L$  im entgegengesetzten Sinne wirkt als eine Vergrößerung der anderen in der Gleichung vorkommenden und sämtlich in dem gleichen Sinne wirkenden Faktoren.

„Von der Größe des Faktors  $L'$ , so führt der Verfasser weiter aus, „hängen in hohem Grade die Schwierigkeiten ab, die bei den Versuchen, gute Kristalle oder durchsichtige Gallerten zu erhalten, überwunden werden müssen. Die experimentellen Schwierigkeiten werden ohne weiteres klar werden nach Darlegung des von mir festgestellten, rein experimentellen und außerordentlich allgemeinen Gesetzes, das ich als „das Gesetz von den übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse“ bezeichne. Dieses in vielen Beziehungen sehr wichtige Gesetz kann verschieden formuliert werden. Ich führe hier einige Formulierungen an:

I. Die mittlere Größe<sup>1)</sup> der Kristalle, welche die festen Phasen bilden, ist bei übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse für alle möglichen Körper gleich, oder

II. das mittlere Gewicht der Kristalle, welche die festen Phasen bilden, ist bei übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse gleich für alle möglichen Körper, oder

III. die Bildungsform der Kristalle (vollflächige Formen, sternskelettartige Formen, Sphärakristalle usw.), welche die festen Phasen bilden, ist bei übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse gleich für alle möglichen Körper, oder schließlich, wenn man die kinetische Molekulartheorie in Betracht zieht,

IV. die mittlere Zahl der individuellen vektorialen Massen (Moleküle), welche die einzelnen festen Phasen bilden, ist bei übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse gleich für alle möglichen Substanzen“ (S. 7 bis 8).

Der Referent muß gestehen, daß ihm, wie vieles in den theoretischen Erörterungen des Herrn von Weimarn, auch der Sinn dieses „außerordentlich allgemeinen Gesetzes“ nicht klar geworden ist. Der schwer verständliche Ausdruck „übereinstimmende Zustände der Kristallisationsprozesse“ ist möglicherweise durch mangelhafte Übersetzung des entsprechenden russischen Ausdruckes entstanden; ob er richtiger durch den Ausdruck „übereinstimmende Phasen der Kristallisationsprozesse“ oder durch den Ausdruck „übereinstimmende Zustände der Produkte der Kristallisation“

wiederzugeben ist, hat der Referent dem Werke nicht mit Sicherheit entnehmen können; wahrscheinlicher ist wohl die erste Auffassung. Wie dem auch sei, jedenfalls gibt Herr von Weimarn von dem Ausdruck keine Definition, er sagt vielmehr nur, was „übereinstimmende Zustände“ nicht sind: „Natürlich muß scharf im Auge behalten werden, daß „übereinstimmende“ Zustände der Kristallisationsprozesse, die zur Darstellung z. B. von Kristallen von gleicher Größe oder gleichem Gewicht für alle möglichen Körper führen, nicht identisch sind, denn durch die verschiedene Dichte sind Kristalle verschiedener Substanzen, die der Größe nach gleich sind, ungleich in bezug auf ihr Gewicht“ (S. 8). Vielleicht ist das ganze „Gesetz“ mit seiner schwierigen und auch in sich widerspruchsvollen Formulierung im wesentlichen überhaupt nur eine verknappte Definition. Dies könnte man meinen, wenn man die folgenden Zeilen liest: „Der Beweis des Gesetzes der übereinstimmenden Zustände der Kristallisationsprozesse ist nicht schwierig. Um diesen Beweis zu führen, genügt es, an einer Reihe verschiedenartiger Körper zu zeigen, daß jeder beliebige unter ihnen in Kristallen von allen möglichen Größen und Bildungsformen erhalten werden kann“ (S. 8). Danach scheint das Gesetz zu dem einfachen Satze „Alle kristallisierbaren Stoffe können (innerhalb gewisser Grenzen) in Kristallen von allen möglichen Dimensionen und Bildungsformen erhalten werden“ und zu der allerdings nicht ganz eindeutigen Definition „übereinstimmende Zustände der Kristallisationsprozesse sind solche Kristallisationsphasen, bei denen Kristalle von gleicher Größe (gleichem Gewicht usw.) entstehen“ zusammenzuschumpfen. Sicher ist der Referent allerdings nicht, daß die hier geäußerte Vermutung über den eigentlichen Sinn des Gesetzes die richtige ist. Denn an einer ganz anderen Stelle des Buches, an der ebenfalls über das Gesetz gesprochen wird, hat er die folgende, von Herrn von Weimarn trotz seiner sonstigen Vorliebe für gesperrten Druck nicht hervorgehobene Äußerung gefunden: „Es ist selbstverständlich, daß es zur Ableitung des Gesetzes von den übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse gar nicht notwendig ist, Kristalle aller möglichen Dimensionen für eine ganze Reihe von Körpern tatsächlich darzustellen, denn es genügt vollständig, zu zeigen, daß unter dem Einfluß einiger Faktoren, z. B. unter dem Einfluß der Konzentration der reagierenden Lösung, die Größe und die Form der Kristallbildung eines jeden Körpers sich nach ein und demselben Gesetz verändern“ (S. 76). Möglicherweise ist hier der Ton auf die von dem Verfasser im Druck nicht hervorgehobenen Worte „nach ein und demselben Gesetze“ zu legen, und mit dem Gesetze soll gesagt werden, daß die gleichsinnige Änderung der Entstehungsbedingungen bei allen schwerlöslichen Stoffen die Struktur der Niederschläge in dem gleichen Sinne beeinflusst. Dies Gesetz wäre allerdings nicht eine andere Formulierung des Gesetzes von den übereinstimmenden Zuständen der Kristallisationsprozesse, sondern nur die qualitative und darum korrektere Formulierung der Anschauungen, die Herr von Weimarn durch den „Niederschlagsformkoeffizienten“ ausgedrückt hat. Wie dem auch sei, jedenfalls zeigen die vorstehenden Erörterungen, daß Herr von Weimarn dem Leser seines Buches, der tiefer in das Wesen der Dinge einzudringen versucht, manches reizvolle Rätsel aufgibt.

<sup>1)</sup> „Größe“ soll hier vermutlich „Volumen“ heißen. Ref.

Eine weitere Erörterung der zahlreichen sonstigen

theoretischen Darlegungen des Verfassers ist überflüssig, denn sie sind im allgemeinen trotz der Emphase und Bestimmtheit, mit der sie vorgetragen werden, nur als persönliche Ansichten des Verfassers zu bewerten, Ansichten, die sicher hie und da das Richtige treffen, aber meist aus Mangel an einwandfreiem Versuchsmaterial nicht ernstlich zu diskutieren sind. Als Beispiel seien die Darlegungen über die balkenartige Struktur der Aluminiumoxydhydratkristalle (S. 92 und 93) und über die Natur der sogenannten Kolloidverbindungen (S. 97 ff.) genannt. Auch bietet die eingehende und sorgfältige Lektüre des Buches sogar dem Leser, der sich in die oft recht schwerfällige Terminologie des Verfassers eingeleitet hat, infolge der das ganze Werk durchsetzenden Unklarheit der Auseinandersetzungen, so viele Schwierigkeiten und läßt Mißverständnisse als so leicht möglich erscheinen, daß wohl nur wenige Menschen den Mut haben werden, sich mit Herrn von Weimarn in eine nähere Diskussion einzulassen. Daher haben die Arbeiten des Verfassers weniger Widerspruch erfahren, als sie im Interesse der Wissenschaft eigentlich hätten erfahren sollen; auch hat sich, wie es nach häufigen Zitaten in der Fachliteratur scheint, mancher Leser durch die fast fanatische Sicherheit täuschen lassen, mit der Herr von Weimarn, der von der absoluten Richtigkeit seiner Anschauungen vollkommen durchdrungen ist — „meine persönliche Überzeugung“, so sagt er auf S. 159 des Werkes, „wäre gar nicht größer geworden, wenn es mir gelungen wäre, die Überultramikrokristalle mit meinen Augen zu sehen“ — seine Meinung ausspricht. Aus diesem Grunde ist auch das Buch an dieser Stelle einer schärferen und eingehenderen Besprechung unterzogen worden, als seiner wissenschaftlichen Bedeutung entspricht. Würde Herr von Weimarn das experimentelle Material seiner Arbeiten in klarer, hypothesenfreier Form vortragen, so würde er der Wissenschaft bessere Dienste leisten als durch Veröffentlichungen in der von ihm gewählten Form, die, je nach der Art des Lesers, entweder irreführend oder abschreckend wirken müssen.

Werner Mecklenburg, Berlin.

**Becher, Erich, Weltgebäude, Weltgesetze, Weltentwicklung.** Ein Bild der unbelebten Natur. Berlin, Georg Reimer, 1915. VI, 315 S. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 7,—.

Der Verfasser hat schon in seiner jüngst von mir besprochenen Naturphilosophie ein Weltbild gegeben. Das vorliegende Buch enthält eine erweiterte Darstellung. Wenn auch der Stoff „ein wesentlich naturwissenschaftlicher ist, so ist doch die Auswahl, Anordnung und Behandlung desselben von philosophischen Gesichtspunkten beherrscht“. Und so soll das Buch „in erster Linie philosophischen Zwecken dienen“, also wohl den Philosophen für sein Fach naturwissenschaftlich Vorbild, den Naturforscher sein Fach philosophisch auffassen lehren. Die Aufgabe ist danach recht bedeutend. Durch den Ausschluß der belebten Natur wird sie freilich sehr erheblich wieder eingeschränkt. Als Einleitung dient (für den Naturforscher) ein Abriss der Naturerkenntnistheorie; Dinge und Wahrnehmung, Gesetzmäßigkeit, Ursache und Wirkung usw. werden behandelt, wesentlich vom Standpunkte des Transzendentalismus, wonach wir es mit „Zeichen“ zu tun haben, nach unserer eigenen Beschaffenheit. In der Behandlung des Weltgebäudes ist ein breiter Raum der Frage der Endlichkeit oder Unendlichkeit unserer Welt gewidmet. Alle astronomischen und physika-

lischen Erwägungen sind zur Erörterung herangezogen, und in der Tat ist die Entscheidung für unsere Weltauffassung von der größten Wichtigkeit, namentlich auch hinsichtlich des Endschiedsals der Welt. Daß die naturwissenschaftlichen Hinweise leider noch nicht genügen zu einer bestimmten Entscheidung, muß zugegeben werden, nur daß auch philosophisch-apriorische nicht zum Ziele führen. Die physischen Monisten, die einen Untergang der Welt nicht zugeben dürfen, weil er einen Anfang bedingen würde, der nur auf übernatürlichem Wege erfolgt sein könnte, werden die Welt als unendlich annehmen müssen, aber sehr viele Naturforscher betrachten sie doch als endlich. Es folgt eine Art höherer Astronomie, die die Anordnung der Weltkörper und die Weltkörper selbst betrifft, und eine Beschreibung des Erdbaus. Eingehend ist dann die Molekular- und Atomtheorie behandelt sowie die Elektronentheorie und die elektrische Theorie der Materie. Wie vieles in letzterer noch unklar ist, scheint dem Verfasser nicht entgangen zu sein. Ich persönlich glaube, daß mit rein geometrischen Elektronenbahnen eine elektrische Theorie der Materie sich nicht aufbauen läßt. Ein weiterer Abschnitt ist den „Realitäten im leeren Raum“ gewidmet, insbesondere also dem Äther. Hier werden alle Lichttheorien vorgeführt und auch die bekannten Schwierigkeiten aus der Annahme eines Äthers besprochen. Der Verfasser hat selbst die allerneuesten Untersuchungen auf diesem Gebiet berücksichtigt, wie die Ritzsche Emissionstheorie, und wie auch die so berühmt gewordene Quantenlehre *Max Plancks*, die freilich nicht ganz nach ihrer außerordentlichen Bedeutung besprochen werden konnte. Eine Darstellung der kinetischen Auffassung der Natur beschließt den Abschnitt „Weltgebäude“.

Den „Weltgesetzen“ ist fast der gleiche Raum gewidmet, wobei auch Begriffe wie Kraft, Bewegung usw. untersucht werden. Es wird auf gewisse Erfahrungen an uns selbst, d. h. auf gewisse bewußte Empfindungen in uns verwiesen. Die Naturphilosophie muß von dieser Methode den ausgiebigsten Gebrauch machen, denn was kennen wir besser als uns selbst? um nicht zu sagen: kennen wir denn überhaupt etwas außer uns und wohin uns nicht unsere Stammbegriffe leiten? Nach eingehender Darstellung der klassischen Galilei-Newtonschen Bewegungslehre wird die Relativität unserer Bewegungsvorstellungen allgemein besprochen wegen des Mangels eines eindeutigen Bezugskörpers, wobei die verschiedenen vorgeschlagenen Bezugskörper vorgeführt werden, wie das Fixsternsystem, der Äther, die sogenannten Inertialsysteme. Und nun kommt das moderne Schoßkind, die Einsteinsche Relativitätslehre und *Minkowskis* Lehre vom Raum-Zeit-Gebiet, mit aller Sorgfalt dargestellt. Die jetzige Äquivalenzlehre *Einsteins*, die wohl seine ältere Relativitätslehre ersetzen soll, und den Bewegungsverhältnissen immer Ruhezustände äquivalent an die Seite setzt, hat noch keine Behandlung finden können; so geistvoll sie ist, so schwierig ist sie. Höchst lesenswert ist die sich anschließende Besprechung der Relativitätslehre; nicht wenige der Gegengründe hat der Berichterstatter an mehreren Orten ebenfalls geltend gemacht. Nach einer Auseinandersetzung über die beiden Erhaltungsgesetze (der Materie und der Energie) folgt ein Abschnitt über die energetische Naturauffassung. Der Haupteinwand wird meines Erachtens hier immer bleiben, daß jede Energie zwei Seiten hat, die sich völlig unabhängig voneinander verhalten, selbst wenn man die Massen allgemein als von den Zu-

ständen der Körper abhängig ansieht, wie es von *Max Planck* geschieht, nachdem die Abhängigkeit von der Bewegung schon vorher behauptet worden war. Die Darstellung des Carnot-Clausius'schen Entropiegesetzes ist bekanntlich außerordentlich schwierig; der Verfasser hat alles getan, sie klar zu gestalten und dabei namentlich auch von der schönen Wahrscheinlichkeitsauffassung *Ludwig Boltzmanns* Gebrauch gemacht, die *Planck* zu seiner Einführung der Quanten geleitet hat.

Der letzte, kürzeste Abschnitt beschäftigt sich mit der Weltentwicklung. Die Beschränkung auf die unbelebte Welt bringt es mit sich, daß es sich wesentlich um einen Niedergang handelt; das Widerstreben der belebten Welt wird gestreift, doch glaube ich nicht, daß *Felix Auerbachs* „Entropielehre“, auf die der Verfasser verweist, hier irgend nützen kann. Interessant ist, daß der Verfasser es nicht für unvorstellbar hält, daß eine endliche Welt unendliche Energie besitzen könne. Stellt man dadurch nicht die Energie außer Verbindung mit der Welt? Da sie doch immer die Welt als einen Faktor (als Kapazität) enthalten soll. Oder soll der zweite Faktor (die Intensität) als unendlich angesehen werden können? Das hat doch auch seine sehr erheblichen Schwierigkeiten. Der Verfasser spricht auch von einem „abwechselnden Ansteigen und Abschwellen der freien Energie und des energetischen Geschehens in einer räumlich endlichen, abgeschlossenen Natur“. Er kann sich auf die Wahrscheinlichkeitsauffassung berufen. Ich weiß aber nicht, wie man für den Durchschnitt ohne Verletzung des Entropiegesetzes eine Möglichkeit sehen soll, „daß es keine bleibende Gesamtrichtung des Naturlaufs gibt, sondern daß im Ganzen oder in den Teilsystemen der Körperwelt Aufstieg und Niedergang des Geschehens von Ewigkeit zu Ewigkeit gebe“. Im Ganzen? Den Schluß bildet eine Auseinandersetzung über den Entwicklungsgang der Fixsternwelt, die auch *Arrhenius'* mit *Kants*, *Ritters* u. a. Lehren zusammenstimmende Hypothesen behandelt. Das Buch sei hiernach wärmstens empfohlen. Die Besonnenheit, mit der es geschrieben ist, macht einen sehr wohlthuenden Eindruck.

Weinstein, Charlottenburg.

## Kleine Mitteilungen.

**Ein neuer Schlagwetterprüfer.** In der letzten Zeit ist von verschiedenen Seiten die schwierige Aufgabe in Angriff genommen worden, Apparate zu schaffen, die es dem Bergmann ermöglichen, zu jeder Zeit die ihn umgebende Grubenluft auf ihren Gehalt an Methan (Grubengas) zu prüfen und das Auftreten von schlagenden Wetter rasch und zuverlässig zu erkennen. Im Jahre 1913 wurde von Professor *Haber* ein Apparat konstruiert, mit dem der Methangehalt der Grubenluft auf physikalisch-akustischem Wege ermittelt werden kann und der deshalb den Namen „Schlagwetterpfeife“ erhielt. Nun berichtet Professor *Beckmann* in der *Chemiker-Zeitung* 1915, S. 3–6, über von ihm in Gemeinschaft mit *C. Steglich* ausgeführte Untersuchungen über den Gehalt der Luft an brennbaren Stoffen, die ebenfalls zur Konstruktion eines bzw. mehrerer Apparate zur Untersuchung der Grubenluft führten.

Bei diesem neuen Schlagwetterprüfer wird der Methangehalt der Luft auf chemischem Wege ermittelt, und zwar durch Verbrennung eines bestimmten Volumens der Grubenluft und durch Be-

obachtung der hierbei auftretenden Druckveränderung innerhalb des Verbrennungsgefäßes. Der erste der von *Beckmann* und *Steglich* konstruierten Apparate ist ein Explosionsvorprüfer, eine Vorrichtung, die den Zweck hat, festzustellen, ob die Luft so viel Methan enthält, daß eine Explosion eintreten kann. Dieser Apparat, dem die Verfasser die Bezeichnung „Schlagwetterpistole“ beilegen, ist ganz aus Metall gefertigt und besteht aus einer kleinen Luftpumpe, einem Manometer und einer Cereisenzündung. Durch Herausziehen des Pumpenkolbens wird Grubenluft in den Pumpenzylinder eingesaugt, dann wird der Hahn am Luft-eintrittskanal geschlossen und das im Zylinder eingeschlossene Methan-Luft-Gemisch mit Hilfe der Zündung zur Explosion gebracht. Der Eintritt einer Reaktion macht sich durch Erwärmung des Metallzylinders, bei höherem Methangehalt durch eine Druckerhöhung am Manometer bemerkbar; dieses ist so eingerichtet, daß sein Zeiger auf dem erreichten Höchstdruck stehen bleibt. Eine Sperrvorrichtung verhindert, daß die Zündung des Gasgemisches erfolgt, bevor der Apparat von der Außenluft abgesperrt ist; hierdurch wird eine Fortpflanzung der Explosion nach außen wirksam verhindert. Eine Entzündung tritt bei diesem Apparat nur ein bei einem Methangehalt der Luft von 7–10,3 %.

Da die Feststellung eines Methangehaltes von 1 bis 7 %, gelegentlich auch von mehr als 10 % im Bergwerksbetrieb von besonderer Bedeutung ist, war die Konstruktion eines weiteren Apparates erforderlich, der auch geringe Methangehalte zahlenmäßig festzustellen gestattet. Bei diesem „Schlagwettermesser“ wird das Gasgemisch durch eine zur Rotglut erhitzte Platinspirale entzündet. Bei der vollkommenen Verbrennung des Methans entstehen als Verbrennungsprodukte Kohlensäure und Wasserdampf, die beide leicht absorbiert werden können. Nach der Absorption dieser Verbrennungsprodukte wird also in dem Explosionsgefäß ein Unterdruck entstehen, durch dessen Messung der Methangehalt des verbrannten Gases mit einer für die Praxis hinreichenden Genauigkeit ermittelt werden kann. Das Explosionsgefäß dieses Apparates ist ebenfalls aus Metall gefertigt und in seinem unteren Teile mit etwa 100 g Ätzkali gefüllt; der darüber befindliche Gasraum faßt etwa 140 ccm. Mit Hilfe einer Saugdruckpumpe wird das Metallgefäß mit dem zu verbrennenden Gasgemisch gefüllt. Wenn nach mehrmaligem Durchpumpen das Gasgemisch alle Luft aus dem Gefäß verdrängt hat, wird der Gaszuführungshahn abgesperrt und die unter dem Deckel des Gefäßes angebrachte Platinspirale durch zwei Akkumulatorenzellen zur Rotglut erhitzt. Auch hier ist wieder durch eine besondere Vorrichtung dafür gesorgt, daß der Strom erst dann eingeschaltet werden kann, wenn das Explosionsgefäß nach außen abgesperrt ist. Das Verbrennungsgefäß ist mit einem Quecksilbermanometer verbunden, das die während der Verbrennung des Methans eintretenden Druckveränderungen anzeigt. Durch die Erwärmung des Gasgemisches tritt zuerst ein Überdruck auf, der jedoch in dem Maße, wie die Verbrennungsprodukte durch das Ätzkali gebunden werden, einem Unterdruck weicht. Die Verbrennung des Methans ist nach 2 Minuten beendet, weshalb der die Platinspirale erhaltende elektrische Strom nach Verlauf von 2 Minuten selbsttätig wieder unterbrochen wird. Nach einer weiteren Minute ist der Apparat schon so weit abgekühlt, daß der Manometerstand abgelesen werden kann. Das Manometer kann in der Weise geeicht werden, daß man den Methangehalt in Prozenten ohne weiteres an ihm ab-

lesen kann; auch kann es mit einer Alarmvorrichtung verbunden werden, die bei einem bestimmten Methangehalt der Luft in Tätigkeit tritt.

Je größer die Explosionsgefahr ist, um so rascher wird sie von dem Apparat angezeigt; dies ist ein besonderer Vorzug des neuen Prüfungsverfahrens. Der am Manometer abgelesene Unterdruck war schon bei 0,5 % Methan 8 mm, bei 3 % schon 46 mm und bei 6 %, der unteren Explosionsgrenze, 100 mm. Die einzelnen Teile des Apparates samt den beiden Akkumulatoren lassen sich bequem in einen tragbaren Kasten einbauen. Eine vereinfachte Bauart dieses Apparates, die Verfasser als „Wettermeßlampe“ bezeichnen, ist statt mit der metallenen Saugdruckpumpe mit einem Gummiballgebläse ausgestattet und ferner mit einer elektrischen Glühlampe versehen, so daß der Apparat auch als Grubenlampe verwendet werden kann. Der Hauptprüfer kann in einfacher Weise mit einer Registriervorrichtung versehen werden und kann dann zur selbsttätigen fortlaufenden Untersuchung von Methan-Luft-Gemischen verwendet werden. Außer zum Nachweis von Methan kann der Apparat auch zur Bestimmung von Leuchtgas, Wasserstoff und anderen brennbaren Gasen in der Luft dienen. S.

**Zur Bestimmung des Salzgehaltes von Seewasser** und allgemein des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten hat A. Ångström (*Phys. Rev.* 5, S. 249, 1915) ein Hydrometer konstruiert, welches auf dem Schwebep Prinzip beruht. Bei den bisher für diesen Zweck benutzten Instrumenten änderte man entweder die Belastung so lange, bis der Schwimmer eben untersank, oder man variierte die Dicke der Flüssigkeit, z. B. durch elektrische Erwärmung, bis er schwebte. Ångström verfährt nun so, daß er zunächst auch auf den Schwimmer Gewichte auflegt, aber nur so weit, daß er eben noch nicht sinkt. Der noch verbleibende Auftrieb wird durch die Wirkung eines stromdurchflossenen Solenoids auf einen weichen Eisenstab in dem Schwimmer kompensiert. Das Solenoid ist mit dem unteren Teile des Glasrohres, in welchem sich die zu untersuchende Flüssigkeit befindet, fest verbunden. Der Strom wird so lange geändert, bis eine am Schwimmer angebrachte Marke mit einer am Gefäß befindlichen koinzidiert. Das Instrument wird empirisch durch Lösungen bekannten Salzgehaltes geeicht. Bei Benutzung verschiedener Belastungsgewichte erstreckt sich der Meßbereich von 1,000 bis 1,028. Dabei läßt sich der Salzgehalt mit einer Genauigkeit von 0,0004 bestimmen.

B.

Es ist die Frage aufgeworfen worden, ob die Zahnusur der Neolithiker, die auch schon im Milchgebiß vorkommt, von Geophagie herrühre. Diese Behauptung wurde von Baudouin (in einem Artikel über die Usur der Zähne beim Schwein, 1. und 2. Dentition, ein Vergleich mit dem neolithischen Menschen, in den *Bull. Soc. Anthrop. Paris* 1911) aufgestellt. Siffre weist an den neolithischen Grabfunden von Montigny und Belleville nach (Siffre: *L'usure des dents chez les préhistoriques*. *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris*, 1914, VI. Ser., T. 5, Fasc. 1, S. 10—31), daß die Geophagie bei den Neolithikern weder lokal noch in der Allgemeinheit überhaupt bekannt war. Es standen dem Verf. eine ganze Reihe von kindlichen neolithischen Ober- und Unterkiefen sowie einige 60 Milchzähne derselben Epoche zur Verfügung. Er fand bei 8 von Kindern unter drei Jahren stammenden Milchmolaren keine Usur; hingegen zeigen 19 erste Milchmolaren von Kin-

dern über drei Jahren eine eigenartige Abnutzung, die, von der lingualen Seite ausgehend, sowohl labial, wie nach hinten und vorn zunimmt. Siffre hält es nicht für unmöglich, daß das Kauen irgend eines Erzeugnisses, das etwa unserem heutigen Gerstenzucker oder dem Süßholz gleichkommt, daran die Schuld trage. Die weitere Beobachtung erstreckt sich auf 12 erste und 11 zweite Milchmolaren von Kindern von 3 bis noch nicht 6 Jahren mit sichtbaren aber geringen Usuren. Bei Kindern über 6 Jahren fand er die zweiten Milchmolaren abgenutzter als die ersten. Aber auch hier kann von Geophagie nicht die Rede sein. Der Abnutzungsgrad überschreitet in keinem Fall die Dicke des Emails.

Bei zivilisierten Völkern wird das Milchgebiß durch die Nahrung nicht abgekaut; hingegen stehen in dieser Beziehung die heutigen Naturvölker noch auf der Stufe des neolithischen Menschen. Hätte man es mit Geophagen zu tun, so wären die Milchmolaren der 6—12jährigen Kinder allgemeiner und intensiver abgekaut und die Pulpa müßte in diesem Alter schon angegriffen sein, was nicht der Fall ist. Die Neolithiker können nicht einmal Nahrung zu sich genommen haben, die mit Staub oder Erde durchsetzt war. Denn die Kaufunktion in einem Zeitraum von 10 Jahren hat nicht genügt, die Milchzähne in der Weise abzunutzen, wie man es bei den Kindern der Bewohner von Laos schon im Alter von 3—4 Jahren findet, und die Geophagen sind.

Zum Schluß wirft Verf. die Frage auf, ob die neolithischen Kinder mehr rechts oder links gekaut haben. Da die Milchzähne linkerseits weniger abgekaut sind, nimmt er an, daß die Neolithiker Rechtskauer waren. Die Arbeit ist im Hinblick auf das Resultat zu lang und umständlich, daher auch wenig übersichtlich. In einem zweiten Teil wird Siffre das Dauergebiß der erwachsenen Neolithiker behandeln.

St. O.

## Zeitschriftenschau.

Flora; Band 107, Heft 4, 1915.

*Über die Nachweisung und das Vorkommen von Carotinoiden in der Pflanze*; von C. van Wisselingh. Auf Grund mikrochemischer Untersuchungen mit über 100 Objekten: Blüten, Blätter, Früchte usw., Algen und Fungi, mit schon bekannten und neuen Methoden gelangt Verf. zum Resultat, daß im Pflanzenreich mehrere Carotinoide vorkommen und nicht nur ein Carotinoid (Carotin), wie T. Tammes auf Grund ihrer mikrochemischen Untersuchungen behauptet hat. Die erhaltenen Resultate sind mit den der makrochemischen Untersuchungen von R. Willstätter und seinen Schülern in Übereinstimmung.

**Zeitschrift für Instrumentenkunde, Mai 1915.**

*Untersuchungen über die Genauigkeit des Zielens mit Fernrohren.* (Schluß); von A. Noetzi.

*Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1914.*

**Zeitschrift für Elektrochemie, Heft 7/8, 1915.**

*Photochemische Empfindlichkeit und lichtelektrische Leitfähigkeit* (Vortrag auf der Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft 1914); von M. Volmer. Der Versuch, lichtelektrische Erscheinungen mit der Photochemie zu verknüpfen, scheitert beim Hallwacheffekt daran, daß die wirksamen Spektralgebiete verschieden sind. Anders ist es bei der lichtelektrischen Leitfähigkeitsänderung. Bei allen bereits bekannten Beispielen und einer großen Zahl neu untersuchter



Stoffe zeigt sich, daß Leitfähigkeitszunahme und photochemische Reaktion im selben Spektralbezirk erfolgen. Beide Erscheinungen lassen sich durch die von *Luther*, *Stark* und anderen gemachte Annahme von gelockerten Elektronen erklären, wodurch die Theorie der Elektronenlockerung als primäre Lichtwirkung eine experimentelle Stütze erhält.

*Untersuchungen am Tyndallphänomen* (Vortrag auf der Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft 1914); von *E. Wilke*. Das von einem inhomogenen Medium normal zur Bestrahlungsrichtung abgebeugte Tyndall-Licht nimmt mit steigender Dicke der bestrahlten Schicht nach einem Exponentialgesetz zu:

$$J = J_0 \int_0^x e^{-\omega x} dx.$$

$J$  = gemessene Lichtintensität,  $J_0$  = Intensität der Schichtdicke  $x = 1$ ,  $\omega$  = Konstante, entsprechend dem  $\beta$  im Lambertschen Gesetz;  $\omega$  ist bedeutend größer als der Wert für  $\beta$  der betreffenden Substanz.

*Zwei Gasreaktionen*; von *M. Trautz*. Die Theorie der Reaktionsgeschwindigkeit und Wärmetönung (*Trautz* 1909–1915) wird kurz dargestellt, an HJ-Autoxydation (v. *Helmer* u. *Trautz* bearb.) und an  $2\text{NO} + \text{Cl} \rightarrow 2\text{NOCl}$  (v. *Trautz* zwischen  $8^\circ$  und  $283^\circ$  gemessen) zwischen  $8^\circ$  und  $113^\circ$  glänzend bestätigt. Hier war ein so kleiner Temperatureinfluß aus der Theorie vorausberechnet worden, wie noch bei keiner Gasreaktion bekannt war. Der bisher empirische Faktor  $x$  ( $=10^{35}$ ) in der Reaktionsgeschwindigkeit wurde rationell gedeutet und anderweit berechnet. Dabei ergab sich ein neues thermisches Gasgesetz für leichte ideale Gase (Additivität von  $C_V = \frac{3}{2}R$ ).

*Graphische Technik* (Vortrag auf der Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft 1914); von *E. Goldberg*. Man unterscheidet drei Haupttypen der Reproduktionsverfahren: Hochdruck, Tiefdruck und Flachdruck. In den beiden ersten wird die Zeichnung erhoben oder vertieft auf der Druckplatte hergestellt, wodurch die mechanische Einfärbung ermöglicht wird. Beim Flachdruck werden die Erscheinungen der Oberflächenspannung ausgenutzt. Die photographischen Methoden der Übertragung von Zeichnungen spielen jetzt eine hervorragende Rolle.

*Untersuchungen über Ammoniak*. Sieben Mitteilungen; von *F. Haber*. III. Neue Bestimmung des Ammoniak-Gleichgewichts bei gewöhnlichem Druck; von *Alfred Maschke*. Das Ammoniak-Gleichgewicht ist bei gewöhnlichem, konstantem Druck im Temperaturgebiet von  $600^\circ$  bis  $1100^\circ\text{C}$ . gemessen worden. Als Katalysatoren dienten Eisenasbest und Urankarbid. Der Katalysator befand sich in einem 10 mm weiten glasierten, elektrisch geheizten Porzellanrohr. Die Temperatur wurde thermoelektrisch gemessen. Das Gleichgewicht ist von beiden Seiten aus bestimmt worden, d. h., es wurde bei einer Reihe von Versuchen ein sorgfältig getrocknetes und gereinigtes Gemisch von  $\frac{1}{4}$  Vol. Stickstoff und  $\frac{3}{4}$  Vol. Wasserstoff über den Katalysator geleitet, während bei anderen Versuchen dem gleichen Gasgemisch ein Gehalt von 0,28 % Ammoniak gegeben wurde. Die Menge des vom Katalysator abziehenden Gases wurde in der Gasuhr gemessen, der Gehalt an Ammoniak mittels Jod-Eosin und Äther analytisch bestimmt. Im einzelnen liegen Versuche bei  $1100^\circ$ ,  $1000^\circ$ ,  $850^\circ$ ,  $700^\circ$  und  $600^\circ\text{C}$ . vor. Die aus den Versuchen sich ergebenden Gleichgewichtskonstanten:

$$K_P = \frac{P_{\text{NH}_3}}{P_{\text{N}_2}^{1/2} \cdot P_{\text{H}_2}^{3/2}}$$

sind tabellarisch zusammengestellt und in Vergleich gesetzt mit den nach der Formel

$$10 \log K_P = \frac{13200}{4,571 T} - 6,134$$

berechneten Werten. Die gefundenen Gleichgewichtswerte stehen in guter Übereinstimmung mit den früheren Messungen von *Haber* und *Le Rosignol*. Die Versuche geben keinen Anhalt dafür, daß bei den hohen Versuchstemperaturen neben Ammoniak noch eine andere Stickstoff-Wasserstoff-Verbindung vorhanden sei.

*Gewinnung von Strontiummetall*; von *M. Trautz*. *Neumann* und *Bergve*s Erwähnung des Trautzschen Vortrags über Sr-Gewinnung wurde berichtet und ergänzt: KCl ist nicht wegen der Metallnebel zugesetzt, an der Kathode bei kleiner Stromdichte und nicht bei heller Rotglut (Temperatur viel tiefer) 75 % Ausbeute Sr erhalten worden, worin K nur eben nachweisbar war. Die Temperatur, nicht die Stromdichte, war als Wichtigstes bezeichnet worden. Die Ergebnisse stehen mit den späteren von *Neumann* und *Bergve* im besten Einklang.

*Eine neue Mikrowage*; von *E. H. Riesenfeld* und *H. F. Möller*. Es wird eine Mikrowage beschrieben, die eine Maximalbelastung von  $5 \cdot 10^{-3}$  g verträgt, und als geringstes Gewicht  $3,3 \cdot 10^{-3}$  g zu wägen erlaubt, womit sie die empfindlichste der bisher bekannten Mikrowagen sein dürfte. Erreicht wurde diese hohe Empfindlichkeit hauptsächlich durch eine neue Art der Aufhängung des Wägeschälchens.

*Über Mikro-Elektroanalyse*; von *E. H. Riesenfeld* und *H. F. Möller*. Es wurden Methoden zur mikroelektroanalytischen Bestimmung von Kupfer, Silber und Quecksilber ausgearbeitet, die noch einen Gehalt von  $5 \mu\text{g}$  im Liter mit einem Fehler von  $\frac{1}{2}\%$  festzustellen erlauben. Dieser relativ große Fehler ist dadurch bedingt, daß es bisher nicht gelang, Elektroden von konstantem Gewicht herzustellen. Das Gewicht der Platinelektroden, die zu obigen Versuchen dienten, schwankte infolge der Verschiedenheit der Gasbelastung (vielleicht auch Oxyd- und Hydridbildung) in den oben genannten Grenzen. Alle anderen Fehlerquellen, die anfänglich große Abweichungen verursachten, wie Verunreinigungen der Zusatzelektrolyte, Unvollständigkeit der Ausfällung, schwammige Abscheidung des Metalles und Veränderung des Metallniederschlags nach der Beendigung der Elektrolyse wurden beseitigt.

*Zersetzungsspannungen geschmolzener Alkalihydroxyde*; von *Bernhard Neumann* und *Einar Bergve*. Es wurden gemessen die Potentiale  $\text{Na}/\text{NaOH}$ ,  $\text{K}/\text{KOH}$  und die Kette  $\text{Na}/\text{NaOH}/\text{KOH}/\text{K}$ , ferner die Zersetzungsspannung von  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$  bei Zutritt von Luft,  $\text{NaOH}$  bei Zusatz von Superoxyd,  $\text{KOH}$  in Stickstoff und von molekularen Gemischen von  $\text{NaOH}$  und  $\text{KOH}$  in Luft und Stickstoff. Der Temperaturkoeffizient für  $\text{NaOH}$  und  $\text{KOH}$  wurde oberhalb und unterhalb  $335^\circ$  ermittelt. Die Zersetzungsspannung von  $\text{LiOH}$  ergab keinen Wert  $\text{Li}/\text{LiOH}$ , sondern einen solchen von der Größe der Wasserzersetzung.

*Zersetzungsspannungen geschmolzener Alkalihaloide und Erdalkalichloride*; von *Bernhard Neumann* und *Einar Bergve*. Es wurden die Zersetzungsspannungen und deren Temperaturkoeffizienten folgender Salze ermittelt:  $\text{LiCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{KBr}$ ,  $\text{NaJ}$ ,  $\text{KJ}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{SrCl}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ . Der zweite Hauptsatz ermöglichte, das Verhalten der verschiedenen Gruppen theoretisch zu erläutern. Die Verhältnisse der gesamten und der freien Energie bei den Alkalihaloideen wurden aufgeklärt und gezeigt, daß die Thomsonsche Regel hier unhaltbare Werte liefern muß. Bei Zimmertemperatur betragen die absoluten Potentiale für  $\text{Li}$  2,03 Volt, für  $\text{Na}$  2,44 Volt, für  $\text{K}$  2,60 Volt.



# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter** U. S. Department of Agriculture

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

NOV 5 1915

Heft 25.

18. Juni 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Untersuchung von trüben Lösungen. Von  
*Dr. Werner Mecklenburg, Berlin-Lichterfelde.*  
S. 317.

Reduktionsprozesse und Synthesen beim Tiere in  
ihrer Beziehung zu einer Sulfhydrylgruppe. Von  
*Dr. M. Hausmann, St. Gallen.* S. 323.

Astronomische Mitteilungen. S. 328.

Kleine Mitteilungen. S. 329.

### Zeitschriftenschau:

Meteorologische Zeitschrift. S. 331.

Geographische Zeitschrift. S. 332.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen  
Gesellschaft. S. 332.

Zeitschrift für Instrumentenkunde. S. 332.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

## Vorratswirtschaft und Volkswirtschaft

Von

**Dr. Hermann Levy**

a. o. Professor der Nationalökonomie an der Universität Heidelberg.

Preis M. 1.—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

# ZEISS PUNKTAL-GLÄSER

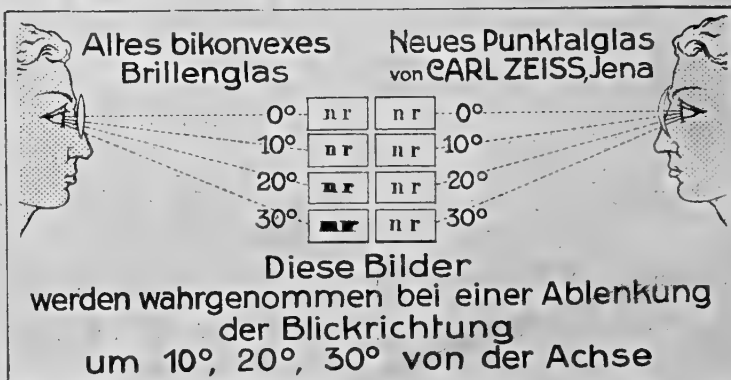
Neue punktuell abbildende Brillengläser

Korrektions-  
brillengläser

für Kurz- u.  
Weitsichtige

Deutliche  
Abbildung

bei jeder Blick-  
richtung von der  
Mitte bis zum  
Rand des Glases



Wesentlich  
grösseres  
Blickfeld

als bei den ge-  
wöhnlichen  
Brillengläsern

Ausnutzung

der  
natürlichen  
Beweglichkeit  
des Auges

Der Träger von Zeiss-Punktalgläsern orientiert sich in der Umgebung ebenso wie der Normalsichtige durch das Blicken. Die Beweglichkeit seiner Augen wird nicht eingeschränkt wie es bei den alten Brillengläsern der Fall ist, die den Brillenträger beim Fixieren oben, unten oder seitlich gelegener Objekte zu Kopfwendungen nötigen.

Brillen mit Punktalgläsern sind daher ohne Mechanismus auch als Schießbrillen verwendbar

Zeiss - Punktal - Gläser  
sind nur durch Optiker  
zu beziehen

Berlin  
Hamburg  
Mailand



Wien  
Buenos  
Aires

Prospekt Opto 49  
kostenfrei

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

## Deutschlands Platz an der Sonne

Ein Briefwechsel englischer Politiker aus dem Jahre 1915

Von

**Ferdinand Tönnies**

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Kiel

Preis M. —.50.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Untersuchung von trüben Lösungen<sup>1)</sup>.

Von Dr. Werner Mecklenburg,

Ständigem Mitarbeiter am Königlichen Materialprüfungsamt in Berlin-Lichterfelde-West.

Die trüben Lösungen haben neuerdings besonders dank der überraschenden Entwicklung, die die Kolloidchemie in den letzten Jahren erfahren hat, erheblich an Interesse gewonnen. Sah der Chemiker früher in der Trübheit von Lösungen meist nur eine unerwünschte Nebenerscheinung, die es nach Möglichkeit zu beseitigen galt, so wissen wir heute, daß für viele und zwar insbesondere die kolloidalen Lösungen die Trübheit eine sehr wesentliche, durchaus charakteristische Erscheinung ist, eine Erscheinung, die für die betreffenden Lösungen vielleicht charakteristischer ist als etwa ihre Farbe oder ihr Lichtbrechungsvermögen.

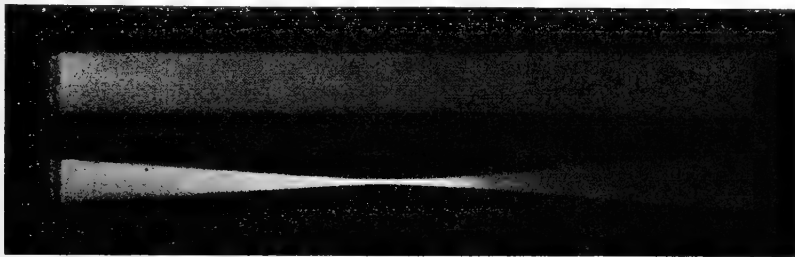


Fig. 1. Photographische Aufnahmen des von einem parallelen und von einem konvergenten Lichtstrahl in einer kolloidalen Schwefellösung erzeugten Tyndallstreifens in 0,85 der natürlichen Größe. Die beiden Aufnahmen sind miteinander unmittelbar vergleichbar. Der helle, dem eigentlichen Tyndallstreifen vorangehende Saum ist eine durch Spiegelung des Tyndallstreifens an der Vorderwand des Troges verursachte Störung.

Die Erscheinung selbst ist allgemein bekannt. Stark getrübe Lösungen lassen, wenn sie keine Eigenfarbe besitzen, in dünnen Schichten das Licht mit mehr oder minder rötlicher Farbe durchscheinen, ohne daß man bei der Beobachtung einzelne Teilchen, auf die die Trübung zurückgeführt werden könnte, zu bemerken pflegt; in dickeren Schichten sind sie undurchsichtig. Weniger stark getrübe Lösungen sind auch in dickeren Schichten vollkommen durchsichtig, und es macht sich die Trübung in erster Linie durch einen eigentümlichen, an Fluoreszenz<sup>2)</sup> erinnernden Oberflächenschimmer bemerkbar, den das mit der Erscheinung bekannte Auge auch noch bei nur recht schwach getrüben Lösungen zu erkennen vermag<sup>2)</sup>. Wesentlich deutlicher tritt die Trübung

hervor, wenn man nach dem Vorgange des bekannten englischen Physikers *John Tyndall* in die trübe Lösung einen Lichtstrahl einfallen läßt: Gerade so, wie sich der Weg eines in ein sonst dunkles Zimmer fallenden Sonnenstrahles durch Reflexion und Zerstreuung an den immer vorhandenen Staubeilchen dem Beobachter zu erkennen gibt, zeigt ein bläulich-weiß leuchtender Streifen in der Flüssigkeit die „Trübung“ an. Fig. 1 stellt die heute meist als „Tyndalleffekt“ oder „Tyndallphänomen“ bezeichnete Erscheinung nach einer photographischen Aufnahme dar.

Die Ursache der Trübungserscheinungen in Lösungen und damit auch die Ursache des Tyndalleffektes ist bereits seit langem bekannt: Trübungserscheinungen treten immer dann auf, wenn in einem sonst homogenen Medium mikroskopische oder noch kleinere Teilchen verstreut sind,

die ein anderes Lichtbrechungsvermögen als das Medium selbst besitzen. Die Richtigkeit dieser Anschauung läßt sich für Systeme, deren Teilchen einen Durchmesser bis zu etwa 200  $\mu\mu$  hinab besitzen<sup>1)</sup>, leicht mit Hilfe des Mikroskops beweisen. Bei Systemen mit kleineren Teilchen, wie sie z. B. in den kolloidalen Goldlösungen und den Goldrubingläsern vorliegen, versagt die einfache mikroskopische Beobachtung, und es mußte, um auch in den Systemen dieser Art das Vorhandensein einzelner Teilchen unmittelbar zu beweisen, ein ganz neuartiges Hilfsmittel, das Ultramikroskop, ersonnen werden; Mit Hilfe des Ultramikroskops lassen sich in kolloidalen Lösungen unter günstigen Umständen noch Teilchen bis zu einem Durchmesser von wenigen  $\mu\mu$  nachweisen.

Eine Darlegung der gewaltigen Bedeutung, die die Entdeckung der ultramikroskopischen Untersuchungsmethode für die Lehre von den „mi-

<sup>1)</sup> Bearbeitet nach einem am 8. März 1915 vor der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin gehaltenen Vortrage.

<sup>2)</sup> Das von trüben Lösungen abgebeugte Licht ist polarisiert und ist dadurch rasch und sicher von echtem Fluoreszenzlicht zu unterscheiden.

<sup>1)</sup> 1  $\mu\mu$  = 0,001  $\mu$  = 0,000 001 mm.

kroheterogenen“ Systemen gehabt hat, würde an dieser Stelle zu weit führen. Hier möge nur daran erinnert werden, daß es mit Hilfe des Ultramikroskops möglich ist, auch die „Größe“ von Einzelteilchen zu bestimmen, die sich der mikroskopischen Ausmessung vollkommen entziehen. Zählt man die in einem abgegrenzten Volumen der Lösung enthaltenen Teilchen und ermittelt gleichzeitig durch eine chemische Analyse die Gesamtmasse der Teilchen in der Lösung, so kann man in einfachster Weise die mittlere Masse eines einzelnen Teilchens und, wenn das spezifische Gewicht der Teilchen bekannt ist, auch sein mittleres Volumen und unter der mehr oder minder willkürlichen Voraussetzung, daß das Teilchen Kugel- oder Würfelgestalt hat, schließlich auch seinen mittleren Durchmesser berechnen.

Nach der Erfindung des Ultramikroskopes legte man begreiflicherweise den Schwerpunkt der optischen Untersuchung kolloidaler Lösungen und ähnlicher Systeme auf die unmittelbare Beobachtung der Einzelteilchen und die Bestimmung ihrer Größe, die Trübung der Lösung als Ganzes aber wurde weniger beachtet. Gleichwohl verdient auch die Trübung der kolloidalen Lösungen und der Tyndalleffekt als Ganzes die Aufmerksamkeit der Forscher, sind doch keineswegs alle kolloidalen Lösungen ultramikroskopisch in ihre Einzelteilchen auflösbar und unterscheiden sich doch gerade viele der nicht-auflösbaren Lösungen sehr deutlich durch den Trübungsgrad und damit auch durch die Intensität des Tyndallphänomens. Die Ursache für diese Nichtbeachtung dürfte wohl in erster Linie in dem Fehlen eines zu der quantitativen Bestimmung des Trübungsgrades geeigneten Meßinstrumentes liegen, denn die vorhandenen Apparate besitzen entweder, wie z. B. das Nephelometer, nur ein beschränktes Anwendungsgebiet, oder sie haben sich in der Praxis nicht bewährt. Im folgenden soll daher zunächst ein zur Messung von Trübungen geeigneter neuer Apparat, das „Tyndallmeter“, beschrieben und dann über einige mit ihm ausgeführte Untersuchungen, soweit sie ein allgemeineres Interesse besitzen, berichtet werden<sup>1)</sup>.

Eine schematische Skizze des Tyndallmeters ist in Fig. 2 gegeben. Das von einer Strahlenquelle *S* ausgesendete Licht wird von einem Kondensor *K* auf die Öffnung der Blende *B 1* geworfen, die als die eigentliche Beleuchtungsanordnung des Apparates angesehen werden kann. Nachdem das von der Blendenoöffnung *B 1* ausgehende Lichtbündel durch die Linse *L 1* parallel gemacht worden ist, wird es geteilt: Der obere Teil des Strahlenbündels wird an der Gipsplatte *g* diffus reflektiert, durchsetzt ein System von drei Nikols *N 1*, *N 2* und *N 3*, von denen *N 1* und *N 3* in paralleler Stellung feststehen, während der mittlere

Nikol *N 2* um einen an einer Kreisskala ablesbaren Winkel gegen die beiden anderen Nikols gedreht werden kann. Das aus dem Nikol *N 3* austretende Licht wird an einem Prisma *P* total reflektiert und tritt dann durch den mittleren Teil eines Lummer-Brodhunschen Würfels *LB* und die Linsen *L 3* und *O* in das Auge des Beobachters. Der untere Teil des durch die Linse *L 1* parallel gemachten Lichtbündels tritt durch die Blende *B 2* in den mit der trüben Flüssigkeit gefüllten Trog und erzeugt hier den Tyndallstreifen, dessen Helligkeit durch Vermittelung der Linse *L 2*, des Photometerwürfels *LB* und der Linsen *L 3* und *O* beobachtet wird. Die Messung beruht nun darauf, daß durch Drehen des mittleren Nikols *N 2* das von der Gipsplatte *g* reflektierte Licht so weit geschwächt wird, daß es nur noch ebenso hell erscheint als das Tyndalllicht selbst, und zwar dient als Maß für die Schwächung des Lichtes der Winkel, um den der mittlere Nikol gedreht worden ist. Will der Beobachter mit einfarbigem Lichte arbeiten, steht ihm aber einfarbiges Licht von genügender Intensität nicht zur Verfügung, so kann er vor der Blende *B 1* oder hinter das Okular *O* des Apparates monochromatische Filter in den Strahlengang einschalten, oder er kann sich eines besonderen, für den Apparat konstruierten Spektralmonochromators bedienen, der zwischen dem Okular *O* und dem Auge des Beobachters angebracht werden kann<sup>1)</sup>.

Das Tyndallmeter benutzt, wie die Konstruktion zeigt und auch im Namen des Instrumentes ausgedrückt ist, als Maß für die Trübung nicht das Absorptionsvermögen, sondern — vornehmlich aus praktischen Gründen — die Helligkeit des in der Flüssigkeit erzeugten Tyndalllichtes, und zwar wird die Helligkeit des Tyndalllichtes nicht in absolutem Maße etwa durch Vergleich mit einer Normallichtquelle, z. B. einer Hefnerlampe, sondern nur in relativem Maße durch den direkten Vergleich mit der Helligkeit des das Tyndalllicht erzeugenden Lichtes gemessen. Diese Art der Messung bietet den Vorteil, daß das Ergebnis der Messung von zufälligen Schwankungen der Intensität der erregenden Lichtquelle, die sich gerade bei der für Untersuchungen dieser Art notwendigen möglichst hohen Intensität der Lichtquelle nur schwer vermeiden lassen, unabhängig wird, denn die Intensität des Tyndalleffektes ist, wie die direkte Beobachtung der Erscheinung in Übereinstimmung mit der weiter unten zur Besprechung gelangenden Theorie ergibt, der Intensität des den Tyndalleffekt hervorrufenden Lichtes direkt proportional, d. h. der Quotient

$$\frac{i}{J} = [i] \text{ aus der Intensität } i \text{ des Tyndalllichtes}$$

und der Intensität *J* des ihn hervorrufenden Lichtes ist von der zufälligen Intensität *J* des erregenden Lichtes unabhängig und ein charakteristi-

<sup>1)</sup> Werner Mecklenburg und Siegfried Valentiner: Ein Apparat zur Messung von Trübungen (Tyndallmeter). *Zeitschrift für Instrumentenkunde* Bd. 34, S. 209; 1914.

<sup>1)</sup> Das Tyndallmeter wird von der Firma Franz Schmidt & Haensch in Berlin S. 42, Prinzessinnenstraße 16, hergestellt.

sches und eindeutiges Maß für die Trübung der Flüssigkeit.

Die letzte Bemerkung, daß die in der angegebenen Weise gemessene Helligkeit des Tyndalleffektes ein eindeutiges und charakteristisches Maß für den Trübungsgrad der Flüssigkeit sei, bedarf allerdings noch einer Einschränkung. Gemessen wird nicht die Gesamthelligkeit des Tyndalleffektes, sondern nur die Helligkeit des Tyndallstreifens an der mit  $A$  bezeichneten Stelle des Troges (vgl. Fig. 2). Die Helligkeit an dieser

den sekundären Einflüssen der Absorption befreite Helligkeit des Tyndalleffektes angesehen werden, denn die Helligkeit des von der Gipsplatte reflektierten Vergleichslichtes ist ja auch von den erwähnten Einflüssen unabhängig. Die erforderliche Unabhängigkeit von den Absorptionsvorgängen erreicht man nun am einfachsten in der Weise, daß man den Tyndallstreifen unmittelbar unter der Oberfläche der Flüssigkeit erzeugt, seine Helligkeit in verschiedenen Entfernungen  $l$  von der Eintrittsstelle des Lichtes in den Trog mißt,

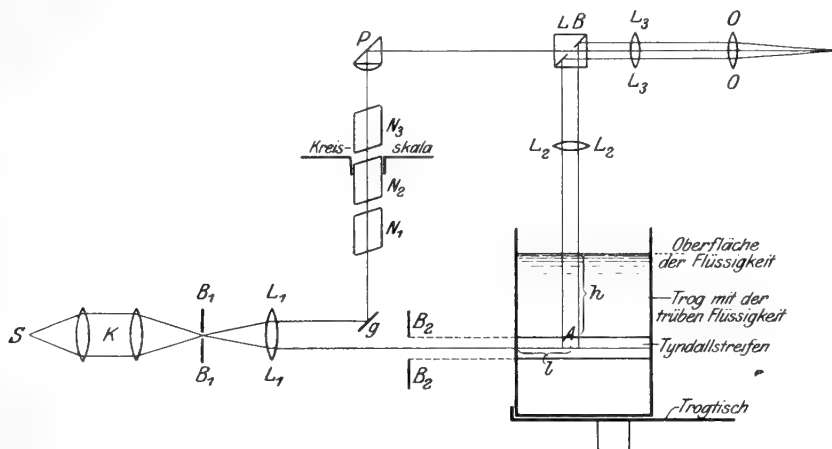


Fig. 2. Das Tyndallmeter in schematischer Darstellung.

Stelle aber hängt einerseits von der Entfernung  $l$  der gemessenen Stelle von der Eintrittsstelle des Lichtes in den Trog, andererseits von der Entfernung  $h$  von der Oberfläche der Flüssigkeit ab: Je größer die Entfernung  $l$  ist, um so mehr ist das den Tyndallstreifen erzeugende Licht durch

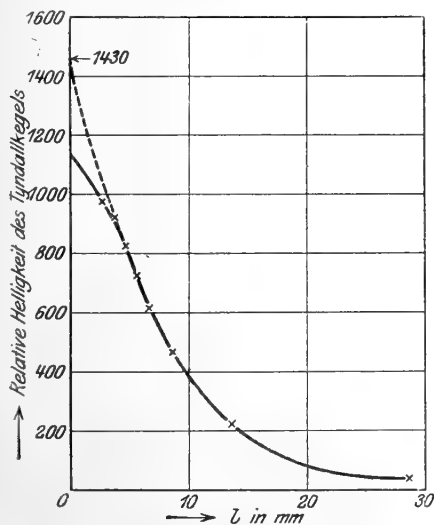


Fig. 3.

Absorption in der Flüssigkeit geschwächt, und je größer die Entfernung  $h$  ist, eine um so stärkere Absorption erleidet das Tyndalllicht selbst in der Lösung, d. h. um so matter erscheint es dem Beobachter. Als charakteristisch kann nur die von

die Ergebnisse der Messungen als Funktion der  $l$ -Werte zu einer Kurve vereinigt, und diese Kurve auf den der unmittelbaren Messung nicht zugänglichen Wert extrapoliert, der der Entfernung  $l = 0$  entspricht. Ein Beispiel für eine derartige Messungsreihe und die Extrapolation ist in der Fig. 3 wiedergegeben. In dem Koordinatensystem ist die Helligkeit des Tyndallkegels in einer willkürlichen Einheit als Ordinate, die Entfernung  $l$  zwischen dem Beobachtungspunkte  $A$  und der Eintrittsstelle des Lichtes in den Trog als Abszisse eingetragen. Die Kreuze geben die beobachteten Werte an. Die ausgezogene Kurve, welche die beobachteten Werte verbindet, zeigt eine schwache S-ähnliche Krümmung, deren Ursache in hier nicht näher zu erörternden Nebenerscheinungen zu sehen ist. Die punktierte Kurve zeigt an, wie die Extrapolation ohne Rücksicht auf die in der S-ähnlichen Krümmung sich äußernden Nebenerscheinungen vorzunehmen ist<sup>1)</sup>. Die weiterhin in dem vorliegenden Bericht enthaltenen Angaben über die Helligkeit der Tyndallstreifen beziehen sich ausschließlich auf die in der angegebenen Weise von den Absorptionsvorgängen befreiten und darum für die betreffenden Lösungen charakteristischen Helligkeitswerte.

<sup>1)</sup> Wegen aller Einzelheiten, insbesondere auch wegen des Unterschiedes zwischen den Beobachtungen im konvergenten und im parallelen Licht sei auf die Originalliteratur verwiesen. Die in diesem Berichte besprochenen Ergebnisse sind sämtlich durch Messungen im konvergenten Lichte gewonnen worden, und zwar beziehen sich die Messungen auf die Spitze des in Fig. 1 dargestellten Doppelkegels.



Mit Hilfe des Tyndallmeters ist nun eine Reihe von Untersuchungen über die Intensität des Tyndallphänomens ausgeführt worden. Bevor aber die Ergebnisse dieser Untersuchungen im einzelnen erörtert werden, soll zunächst eine kurze Darstellung der Theorie der Erscheinung gegeben werden:

Während *Clausius* die Ursache der Trübung in trüben Medien in der Reflexion des Lichtes an den in dem trüben Medium enthaltenen Teilchen gesehen hatte, ist von *Lord Rayleigh* eine grundsätzlich andere Anschauung entwickelt worden: Nach *Lord Rayleigh* wird das Licht von den in einem trüben Medium enthaltenen Teilchen, sofern sie klein gegenüber der Wellenlänge des Lichtes sind, nicht reflektiert, sondern zerstreut, und zwar hängt der Grad der Zerstreuung nach *Lord Rayleigh* in noch näher darzulegender Weise von dem Volumen der Teilchen ab.

Wenn man eine Lichtwelle graphisch darstellt, so erhält man die in Fig. 4 wiedergegebene bekannte Kurve. In dieser Kurve wird die Entfernung  $AB$  als Wellenlänge, die Höhe der Welle  $CD$  als Amplitude bezeichnet. Die Intensität ist

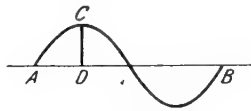


Fig. 4.

in der Kurve nicht unmittelbar enthalten, denn die Intensität des Lichtes ist nicht ein unmittelbarer, sondern nur ein abgeleiteter physikalischer Begriff. Die Intensität  $J$  des Lichtes ist gleich dem Quadrat der Amplitude  $A$ :

$$J = A^2.$$

*Lord Rayleighs* Theorie geht nun nicht von dem abgeleiteten Begriff der Intensität, sondern von dem unmittelbaren Begriff der Amplitude aus, und zwar macht *Lord Rayleigh* die Hypothese, daß die Amplitude  $a$  des durch ein im Vergleich zur Wellenlänge des Lichtes kleines Teilchen zerstreuten Lichtes nach der Zerstreuung proportional der Amplitude  $A$ , die das Licht vor der Zerstreuung hatte, und proportional auch dem Volumen  $v$  des Teilchens sei, d. h. es soll

$$a = A \cdot v \cdot k$$

sein, wenn  $k$  einen Proportionalitätsfaktor darstellt. Diese Hypothese führt in einfacher Weise auf rein mathematischem Wege zu den folgenden Konsequenzen über die Abhängigkeit der Zerstreuung von der Wellenlänge des Lichtes:

Versucht man die Intensität  $i$  des zerstreuten Lichtes zu messen, so erhält man je nach der Entfernung  $r$  von dem zerstreuhenden Teilchen, in der man die Messung anstellt, verschiedene Werte. Da die Intensität des Lichtes umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung von der Strahlenquelle, im vorliegenden Falle also umge-

kehrt proportional dem Quadrate der Entfernung  $r$  von dem Teilchen ist

$$i = \frac{\text{const.}}{r^2},$$

so ist die Amplitude  $a$  umgekehrt proportional der einfachen Potenz von  $r$ :

$$a = \frac{\text{const.}}{r}.$$

Es ist also

$$a = \frac{A \cdot v \cdot k}{r} \text{ oder } \frac{a}{A} = \frac{v \cdot k}{r}.$$

Nun steht auf der linken Seite der Gleichung der Quotient  $\frac{a}{A}$ , also eine reine unbenannte Zahl, denn das Verhältnis zweier gleichartiger Größen ist immer eine reine unbenannte Zahl. Auf der rechten Seite aber steht, wenn der Proportionalitätsfaktor  $k$  ebenfalls als eine reine Zahl aufgefaßt wird<sup>1)</sup>, das Verhältnis eines Volumens zu einer Strecke, d. h. eine Fläche, denn ein Volumen ist allgemein als die dritte, eine Fläche als die zweite Potenz einer Strecke definiert. Die Gleichung kann also in der vorliegenden Form nicht richtig sein, weil eine reine Zahl immer nur gleich einer reinen Zahl, niemals aber gleich einer Fläche sein kann. Nun kann die Zerstreuung nur noch von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes und von seiner Wellenlänge abhängen. Tatsächlich kann aber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit nicht in die Gleichung eingeführt werden, denn wenn die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in irgend einer Form in die rechte Seite der Gleichung eingesetzt werden würde, so würde damit auf die rechte Seite der Gleichung ein Zeitfaktor kommen, und dann würde die rechte Seite niemals eine reine Zahl werden, also kann — so schloß *Lord Rayleigh* — die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes bei der Zerstreuung keine Rolle spielen. Die falsche Gleichung

$$\frac{a}{A} = \frac{v \cdot k}{r}$$

wird aber, wie man leicht erkennt, sofort richtig, wenn man in den Nenner des Bruches auf der rechten Seite der Gleichung das Quadrat der Wellenlänge  $\lambda$  des Lichtes einsetzt:

$$\frac{a}{A} = \frac{v \cdot k}{r \cdot \lambda^2},$$

denn dann steht im Nenner des Bruches, da die Wellenlänge des Lichtes eine Strecke ist, im Nenner ebenso wie im Zähler im ganzen die dritte Potenz einer Strecke, d. h. der Bruch selbst stellt, wie verlangt wird, eine reine unbenannte Zahl dar.

Die Gleichung

$$\frac{a}{A} = \frac{v \cdot k}{r \cdot \lambda^2} \text{ oder } \frac{i}{J} = [i] = \frac{v^2 \cdot k^2}{r^2 \cdot \lambda^4}$$

gilt für die Zerstreuung des Lichtes durch ein

<sup>1)</sup> Die strenge Ableitung der Theorie zeigt, daß der Proportionalitätsfaktor in der Tat eine reine Zahl ist.

Teilchen. Sind in der Raumeinheit der Flüssigkeit  $n$  Teilchen enthalten, so ist die Zerstreuung des Lichtes in der Raumeinheit  $n$ -mal so groß, d. h. es ist

$$\frac{i}{J} = [i] = \frac{n \cdot v^2}{r^2 \cdot \lambda^4} \cdot k^2.$$

Diese Gleichung ist das Rayleighsche Zerstreuungsgesetz.

Im Tyndallmeter wird direkt das Verhältnis  $i : J = [i]$  gemessen, und das Rayleighsche Gesetz nimmt für das Instrument, wenn man die Größe  $r$ , die ja für das Instrument konstant ist, sowie die durch Reflexionen im Instrument und sonstige Ursachen in die Messungsergebnisse eingehende Apparatkonstante mit der Konstanten  $k^2$  des Gesetzes in die allgemeine Konstante  $K$  zusammenzieht, die Form

$$[i] = \frac{n \cdot v^2}{\lambda^4} \cdot K$$

an. Führt man an Stelle der zunächst unbekannten Anzahl  $n$  der Teilchen die Konzentration  $c$  der Lösung ein, die durch die Gleichung

$$c = n \cdot m = n \cdot s \cdot v$$

gegeben ist, wenn man mit  $m$  die Masse eines einzelnen Teilchens und mit  $s$  sein spezifisches Gewicht bezeichnet, so erhält man die Beziehung

$$[i] = \frac{c \cdot v}{\lambda^4 \cdot s} \cdot K,$$

an der sich das Rayleighsche Gesetz mit Hilfe des Tyndallmeters sehr leicht prüfen läßt.

#### 1. Die Abhängigkeit des Tyndalleffektes von der Konzentration<sup>1)</sup>.

Planmäßige Untersuchungen über den Einfluß der Konzentration auf die Intensität des Tyndalleffektes wurden an kolloidalen Zinnsäure- und an kolloidalen Schwefellösungen angestellt. Sie ergaben, ganz in Übereinstimmung mit den Forderungen der Rayleighschen Theorie, daß die Stärke des Tyndalllichtes direkt proportional der Konzentration ist. Als Beispiel für die Richtigkeit des Gesagten diene die folgende Tabelle 1, die sich auf eine kolloidale Schwefellösung, deren Teilchen einen Durchmesser von  $42 \mu\mu$  hatten, und auf weißes Nernstlicht bezieht:

Tabelle 1.

Konzentration $c$ der Lösung	Intensität $[i]$ des Tyndalllichtes in einer willkürlichen Einheit	$[i]$ $c$
0,00002 $\frac{0}{0}$	2,9	145 000
0,0001 "	14,7	147 000
0,001 "	145	145 000
0,02 "	2900	145 000
		Mittel 145 500

#### 2. Die Abhängigkeit des Tyndalleffektes von der Wellenlänge des Lichtes<sup>1)</sup>.

Die Abhängigkeit der Intensität des Tyndalleffektes von der Wellenlänge des Lichtes ist bereits von einer größeren Reihe von Autoren untersucht worden, und zwar mit dem Ergebnis, daß dann, wenn man die trübenden Teilchen als sehr klein gegenüber der Wellenlänge des Lichtes anzusehen Veranlassung hatte, das Rayleighsche Gesetz gilt, daß aber dann, wenn man die Teilchen nicht mehr als sehr klein gegenüber der Wellenlänge des Lichtes ansehen zu müssen glaubte, die Helligkeit des Tyndalleffektes nicht umgekehrt proportional der vierten, sondern, wie es die Theorie von Clausius verlangt, umgekehrt proportional der zweiten Potenz der Wellenlänge des Lichtes war. Auch war bereits, gewissermaßen als Übergang, umgekehrte Proportionalität zur dritten Potenz der Wellenlänge beobachtet worden.

Für die tyndallmetrischen Messungen wurde ein annähernd monochromatisches Licht mit Hilfe von Lichtfiltern hergestellt; als Versuchsmaterial diente in erster Linie eine Reihe von kolloidalen Schwefellösungen, die „isodispers“, d. h. dadurch gekennzeichnet waren, daß alle Teilchen, die sich in der gleichen Lösung befanden, auch die gleiche Größe hatten. Für Lösungen dieser Art soll nach dem Rayleighschen Gesetz, wie die Gleichung

$$[i] \cdot \lambda^4 = \frac{c \cdot v}{s} K = \text{const.}$$

zeigt, das Produkt  $[i] \cdot \lambda^4$  konstant sein.

Tabelle 2.

Wellenlänge des Lichtes	Teilchendurchmesser $93 \mu\mu$		Teilchendurchmesser $135 \mu\mu$		Teilchendurchmesser $246 \mu\mu$	
	$[i] \cdot \lambda^2$	$[i] \cdot \lambda^4$	$[i] \cdot \lambda^2$	$[i] \cdot \lambda^4$	$[i] \cdot \lambda^2$	$[i] \cdot \lambda^4$
631 $\mu\mu$	4,70 $\cdot 10^{10}$	1,87 $\cdot 10^{16}$	3,98 $\cdot 10^{10}$	1,58 $\cdot 10^{16}$	6,77 $\cdot 10^{10}$	2,69 $\cdot 10^{16}$
596 "	4,97	1,77	4,40	1,56	6,39	2,27
574 "	5,93	1,95	—	—	6,26	2,06
566 "	5,77	1,85	4,36	1,40	6,33	2,03
582 "	6,06	1,71	4,75	1,35	6,23	1,76
		Mittel 1,83 $\cdot 10^{16}$			Mittel 6,40 $\cdot 10^{10}$	

<sup>1)</sup> Werner Mecklenburg, „Über die Messung des Tyndalleffektes in kolloidalen Lösungen.“ *Koll.-Zeitschrift* Bd. 14, S. 172; 1914.

<sup>1)</sup> Werner Mecklenburg, „Tyndallmetrische Messungen in einfarbigem Lichte.“ *Koll.-Zeitschr.* Bd. 15, S. 149; 1914.

Die Messungen ergaben nun, daß, ganz wie zu erwarten war, in sehr feinteiligen Lösungen die Helligkeit des Tyndallphänomens der vierten, in weniger feinteiligen Lösungen der zweiten Potenz der Wellenlänge des Lichtes umgekehrt proportional ist. Die vorstehende Tabelle 2 zeigt gerade den Übergang: Für die erste Lösung, deren Teilchen nach ultramikroskopischen Messungen den Durchmesser von  $93\mu$  haben, ist innerhalb der Fehlergrenzen der Versuche das Produkt  $[i] \cdot \lambda^4$  konstant, während das Produkt  $[i] \cdot \lambda^2$  einen deutlichen Gang aufweist. Bei der zweiten Lösung, bei der der Teilchendurchmesser den Wert  $d = 135\mu$  hat, ist weder das Produkt  $[i] \cdot \lambda^4$  noch das Produkt  $[i] \cdot \lambda^2$  konstant; tatsächlich hat das (theoretisch sinnlose) Produkt  $[i] \cdot \lambda^3$  einen annähernd konstanten Wert. Bei der dritten Lösung endlich zeigt das Produkt  $[i] \cdot \lambda^4$  einen ausgesprochenen Gang, während das Produkt  $[i] \cdot \lambda^2$ , wenn man von dem leichten, in Wirklichkeit innerhalb der Versuchsfehler liegenden und nur von ihnen vorgetäuschten Gange absieht, als konstant bezeichnet werden darf.

### 3. Die Abhängigkeit des Tyndalleffektes von der Teilchengröße<sup>1)</sup>.

Nach dem Rayleighschen Gesetz ist das Produkt  $[i] \cdot \lambda^4$  dem Volumen der Teilchen direkt proportional:

$$[i] \cdot \lambda^4 = \frac{c \cdot v}{s} \cdot K.$$

Vergleicht man zwei sich nur durch die Teilchengröße unterscheidende, gleich konzentrierte Lösungen desselben Stoffes in demselben Lösungsmittel, so erhält man, wenn man dem Stoffe in den beiden Lösungen auch das gleiche spezifische Gewicht zuschreiben darf, die Beziehung

$$\frac{[i_1]}{[i_2]} = \frac{v_1}{v_2} \text{ oder } v_1 = v_2 \frac{[i_1]}{[i_2]},$$

in der die Indizes 1 und 2 sich auf die beiden Lösungen beziehen. Man kann also, wenn man das Teilchenvolumen in der einen Lösung kennt, das in der anderen Lösung berechnen. Fehlt die Vergleichslösung, d. h. will man eine einzelne

Lösung tyndallmetrisch charakterisieren, so wird man zweckmäßig den nach dem Rayleighschen Gesetz auf eine konventionelle Konzentrations-einheit — etwa auf eine einprozentige Lösung — umgerechneten Wert des Produktes  $[i] \cdot \lambda^4$  angeben.

Inwieweit das Rayleighsche Gesetz die Tatsachen auch hinsichtlich der Abhängigkeit des Trübungsgrades der Lösungen von der Teilchengröße richtig wiedergibt, wird durch die in Tabelle 3 zusammengestellten Ergebnisse der tyndallmetrischen Messungen dargetan, die sich auf neun isodisperse kolloidale Schwefellösungen beziehen, deren Teilchengröße von 5 bis zu  $840\mu$  ansteigt. Die Tabelle enthält die Zahlenwerte der auf einprozentige Lösungen umgerechneten Produkte  $[i] \cdot \lambda^4$  oder  $[i] \cdot \lambda^2$  in einer willkürlichen Einheit und die von *Sven Odén* teils aus Diffusionsgeschwindigkeiten und osmotischen Drucken geschätzten, teils ultramikroskopisch gemessenen Teilchendurchmesser. Außerdem sind für die Lösungen, für die das Produkt  $[i] \cdot \lambda^4$  konstant ist, für die also das Rayleighsche Gesetz gelten muß, nach diesem Gesetz und unter der Annahme, daß die Teilchen Kugelgestalt haben und der Durchmesser der in der ersten, feinteiligsten Lösung den von *Sven Odén* angegebenen Wert von  $5\mu$  besitzt, die Teilchendurchmesser berechnet und ebenfalls in die Tabelle aufgenommen worden. Die Übereinstimmung zwischen den von *Sven Odén* geschätzten und den tyndallmetrisch erhaltenen Werten ist bei den feinteiligeren Lösungen, deren Teilchen einzeln im Ultramikroskop nicht mehr sichtbar sind, recht gut. Bei der fünften und sechsten Lösung aber, deren Teilchen im Ultramikroskop noch zu erkennen sind, sind größere Unterschiede vorhanden, Unterschiede, auf deren Ursache hier jedoch nicht eingegangen werden kann. Bei den drei letzten Lösungen endlich, deren Teilchen so groß sind, daß das Rayleighsche Gesetz für sie nicht gültig ist, nimmt die Zerstreuung — hier richtiger wohl die Reflexion — des Lichtes in der Lösung mit wachsender Teilchengröße nur noch in sehr geringem Maße

Tabelle 3.

Lösung	$[i] \cdot \lambda^2$	$[i] \cdot \lambda^4$	Durchmesser der Teilchen	
			nach <i>Sven Odén</i>	tyndallmetrisch bestimmt
1	—	$5,79 \cdot 10^{12}$	etwa $5\mu = d$	$[d = 5\mu]$
2	—	87,0	" $10\mu = 2d$	$2,47 d = 12,35$ "
3	—	568	" $20\mu = 4d$	$4,61 d = 23,05$ "
4	—	1280	" $30\mu = 6d$	$6,05 d = 30,25$ "
5	—	14800	$42\mu = 8,4d$	$13,7 d = 68,5$ "
6	—	18300	$93\mu = 18,6d$	$14,7 d = 73,5$ "
7	etwa $4,4 \cdot 10^{10}$	—	135 "	—
8	$6,4 \cdot$ "	—	246 "	—
9	$11,5 \cdot$ "	—	840 "	—

<sup>1)</sup> Werner Mecklenburg, „Über die Beziehungen zwischen Tyndalleffekt und Korngröße in kolloidalen Lösungen“. *Koll.-Zeitschr.* Bd. 17 (im Druck).

zu, so daß man den Eindruck gewinnt, als ob hier schon das Gebiet begänne, in dem der Trübungsgrad nur noch von der Menge des trübenden

Stoffes in der Lösung, nicht aber mehr von seinem Verteilungsgrad abhängt. Wie dem auch sei, jedenfalls geht aus der Tabelle mit Sicherheit hervor, daß das Rayleighsche Gesetz gerade für die sehr feinteiligen Lösungen, deren Teilchen sich der ultramikroskopischen Beobachtung überhaupt entziehen, vollkommene Gültigkeit besitzt.

Das Endergebnis dieser Untersuchungen läßt sich kurz dahin zusammenfassen, daß man mittels des Tyndallmeters in trüben Lösungen dann, wenn die Größe der trübenden Teilchen genügend definiert ist, die Konzentration des trübenden Bestandteils in der Lösung, und dann, wenn man — dies dürfte der häufigere Fall sein — die Konzentration kennt, die mittlere Teilchengröße bestimmen kann. Für die Kolloidchemie insbesondere ist die Bestimmung der Teilchengröße darum wichtig, weil die Eigenschaften einer kolloidalen Lösung durch ihre chemische Zusammensetzung allein nicht eindeutig charakterisiert sind, sondern außerdem noch in sehr weitgehendem Maße von der Größe der Teilchen abhängen. Hat sich doch, um hier nur ein Beispiel anzuführen, der Unterschied zwischen der gewöhnlichen und der sogenannten Metazinnsäure allein auf Unterschiede in der Größe der in den verschiedenen Zinnsäurepräparaten enthaltenen Teilchen zurückführen lassen: Ein Zinnsäurepräparat weist die Eigenschaften der Metazinnsäure um so deutlicher auf, je größer seine Teilchen sind. Für den Kolloidchemiker sind daher die tyndallmetrischen Messungen von großem Interesse, und dies um so mehr, als das Tyndallmeter ja gerade in den Gebieten Teilchengrößen zu bestimmen gestattet, in denen die ultramikroskopische Untersuchungsmethode versagt und der Beobachter daher auf andere, schwierige und umständliche und in der großen Mehrzahl der Fälle nicht mit Sicherheit anwendbare Verfahren angewiesen ist. Selbstverständlich ist das Tyndallmeter aber auch noch für die Bearbeitung vieler anderer, nicht ausschließlich zur Kolloidchemie gehöriger Probleme, so z. B. für die Untersuchung von Fluoreszenzerscheinungen<sup>1)</sup>, für die Lösung analytischer Aufgaben usw. geeignet, jedoch würde ein Eingehen auf diese Arbeitsmöglichkeiten hier zu weit führen und auch den Rahmen des an dieser Stelle behandelten Themas überschreiten.

## Reduktionsprozesse und Synthesen beim Tiere in ihrer Beziehung zu einer Sulphydrilgruppe.

Von Dr. M. Hausmann, St. Gallen (Schweiz).

Die landläufige Auffassung, die das Wesen der chemischen Umsetzungen bei den Pflanzen kurz als Reduktionsvorgänge, bei den Tieren als Oxydationen kennzeichnet, bedarf bekanntlich großer

Einschränkungen. — Vor allem wissen wir, daß die Oxydationsprozesse für die Pflanzen von lebenswichtiger Bedeutung sind. Das Gegenstück aber, die Reduktionsvorgänge im tierischen Organismus, hat sich bisher verhältnismäßig nur geringer Beachtung erfreut. Zwar wurden solche Reduktionsprozesse schon relativ früh bekannt, aber durchschnittlich galten sie und gelten sie wohl noch heute als Raritäten, die nur deshalb Beachtung verdienen, weil sie der eingangs erwähnten apodiktischen Formulierung vom Wesen des tierischen Stoffwechsels zuwiderlaufen. Eine größere systematische Bedeutung erlangen nun diese Umsetzungen durch die Versuche einiger Forscher, solche Reduktionsvorgänge als Ausgangspunkt für eine Erklärung der Oxydationen im tierischen Gewebe zu benutzen. Es ist in der Tat einleuchtend, daß Oxydations- und Reduktionsvorgänge als antagonistische Prozesse stets Hand in Hand gehen werden. Nun ist genügend bekannt, daß der molekulare eingeatmete Sauerstoff viel zu wenig aktiv ist, um die Oxydation der eingeführten Substanzen oder der zur Oxydation vorbereiteten Spaltprodukte zu bewirken; der Sauerstoff muß vielmehr in die passende aktive Form erst übergeführt werden, und als solche gilt mit mehr oder weniger Sicherheit ein Peroxyd, also Wasserstoffsuperoxyd, oder eine analoge Verbindung, die dann unter dem fermentativen Einfluß von Peroxydasen die Oxydation bewerkstelligt. Die Entstehung der Peroxyde aber kann als Reduktion von Sauerstoff aufgefaßt werden, und hier greifen unsere Theorien ein.

Hoppe-Seyler (zitiert bei Heffter<sup>1)</sup>) erinnert an den bei Gärungsvorgängen freiwerdenden Wasserstoff; gliedert sich dieser an den Sauerstoff an, so bildet sich eben das Peroxyd. Die weiteren Betrachtungen bringen noch eine Erweiterung, indem auch die Quelle des naszierenden Wasserstoffs in Betracht gezogen wird: Dieser gehört ursprünglich dem Protoplasma an und spaltet sich nach den Anschauungen von Ehrlich, Engler und Heffter (l. c.) von ihm ab, während sich die Radikale, die den Wasserstoff abgaben, ohne Sauerstoffaufnahme — unter Autooxydation — zu Doppelverbindungen kondensieren. Wir sehen also, wie durch ein Wechselspiel von Oxydationen und Reduktionen die Verbrennungsvorgänge eingeleitet und durchgeführt werden. Folgendes Schema der verschiedenen in Betracht kommenden Phasen möge das eben Erläuterte dem Verständnis noch näher bringen.

Es ist nicht Aufgabe des Referats, diese Betrachtungen weiter zu führen; handelt es sich doch nur darum, zu zeigen, daß auch Reduktionsvorgängen allgemeine Bedeutung zukommt oder mindestens zukommen kann.

Welche Reduktionsvorgänge durch tierische Organe wurden nun bisher beobachtet? Heffter gibt folgende Zusammenstellung:

Arsensäure wird in arsenige Säure übergeführt.

<sup>1)</sup> Werner Mecklenburg und Siegfried Valentiner, „Über die Abhängigkeit der Fluoreszenz von der Konzentration“, *Physik. Zeitschr.* Bd. 15, S. 267; 1914.

Jodate in Jodide.

Tellurite und Tellurate in Tellur, ebenso erfolgt die gleiche Umwandlung entsprechender Selenverbindungen.

Quecksilberchlorür wird zu metallischem Quecksilber reduziert.

Kakodylsäure geht in Kakodyloxyd über.

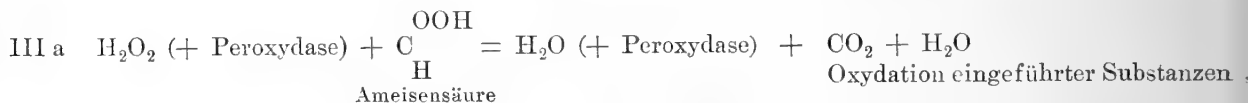
Pikrinsäure wird in einen Aminokörper, eine phenolartige Verbindung und einen roten Farbstoff umgewandelt.

Methylenblau und Indigoschwefelsäure werden entfärbt, ebenso Guajakblau.

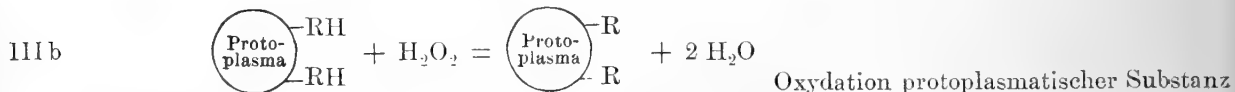
Oxyhämoglobin verliert (spektroskopisch) die charakteristischen beiden Streifen (vgl. dazu die Bemerkung von *Thunberg*<sup>2</sup>).

Auf Schwefelzusatz erfolgt Schwefelwasserstoffentwicklung.

Die Entstehung des Schwefelwasserstoffs auf Schwefelsubstanz haben Mitte der 80er Jahre einige französische Autoren fast gleichzeitig gesehen (Lit. bei *Pozzi-Escot*<sup>3</sup>). Von ihnen gebührt *de Rey-Pailhade* das Verdienst, die Frage systematisch bearbeitet zu haben. Er verwendete vor allem alkoholische Auszüge von Preßhefe (ca. 40 % Alkohol und Preßhefe zu gleichen Teilen während 24 Stunden im Kontakt) und zeigte qualitativ und quantitativ, wie sich auf Zusatz von Schwefelpulver zu diesen Auszügen Schwefelwasserstoff entwickelt. Im fernern wiesen er und sein Nachfolger *Pozzi-Escot* auf die Fähigkeit des Extraktes hin, andere Substanzen zu reduzieren; auch war es dem Autor bekannt, daß diese reduzierende Fähigkeit weit verbreitet ist; sie kommt außer der Hefe vielen tierischen



Die Oxydation kann endlich auch am Protoplasma selbst angreifen, z. B. nach

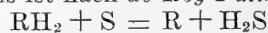


Oxydation protoplasmatischer Substanz

Am besten dürften die Reduktion von Farbstoffen und die Bildung des Schwefelwasserstoffes studiert sein. Das Arbeiten mit Farbstoffen ist eine überaus elegante, sinnfällige Methode und das Verschwinden etwa des leuchtenden Methylenblaus aus einem Leberbrei-Farbstoffgemisch prägnant. Es handelt sich dabei aber um einen leicht reversiblen Vorgang; schon der Kontakt mit dem Luftsauerstoff läßt das Blau bei längerem Stehen wenigstens zum Teil wieder auftreten, und so verstehen wir, daß diese Untersuchungen, die sich an den Namen *Ehrlichs* anschließen, geeigneter waren, Hinweise auf das physiologische ineinandergreifen von Oxydations- und Reduktionsprozessen zu geben, als einer genaueren chemischen Analyse des Reduktionsvorganges allein zu dienen.

Zu diesem Zweck schien die Umwandlung des Schwefels zu Schwefelwasserstoff weitaus geeigneter zu sein. Das Endprodukt ist gasförmig, und so kann die Umwandlung sicher irreversibel geleitet werden, wenn nur für den regelmäßigen Austritt des gebildeten Gases gesorgt wird; die quantitative Bestimmung des entstandenen Schwefelwasserstoffes ist zudem relativ einfach. Somit sind alle Bedingungen für eine genauere Analyse des Vorganges erfüllt. Wir werden freilich sehen, daß neue unerwartete Beobachtungen das Problem wieder zu verschieben drohen; um aber diese Verschiebung zu verstehen, müssen wir den historischen Weg erst selbst gehen.

Organen (Muskel, Gehirn, Niere, Milz, Hoden, Leber, Pankreas), aber auch dem Eierklar zu. Die theoretische Auffassung des Prozesses war freilich der Kritik leicht zugänglich. Als dessen Ursache betrachtet *de Rey-Pailhade* — zu Unrecht — ein Ferment, Philothion genannt. Es darf aber nicht vergessen werden, daß zu jener Zeit der Fermentbegriff noch weniger scharf umschrieben war; zudem zeigt die Formel, die zur Erläuterung seiner Auffassung dient, wie sehr er sich den heute geltenden Anschauungen nähert. Die Wirkungsweise des Philothions ist nach *de Rey-Pailhade* folgende:



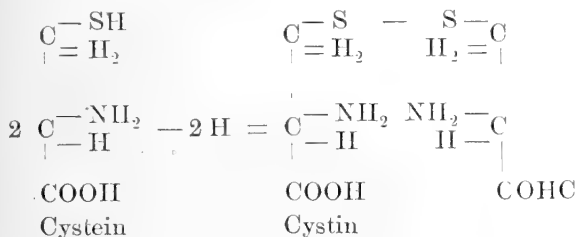
Auch betonte er nachdrücklich die Bedeutung dieser „Reduktase“ für den Oxydationsprozeß.

Spätere französische und deutsche Autoren erbrachten nun in erster Linie den Beweis, daß es sich bei der Bildung des Schwefelwasserstoffes nicht um eine Enzymwirkung handelt: Gekochte Organe wie koagulierte Eierklar geben die Umsetzung in gleicher Weise wie die genuinen Präparate; auch handelt es sich um einen quantitativ sehr beschränkten Vorgang, der 5–10 Minuten nach Zusatz des Schwefels beginnt, in den ersten 1–2 Tagen die maximale Höhe erreicht, allmählich abnimmt und nach einigen Tagen versiegt, lange vor der Erschöpfung des zugesetzten Schwefels.

In die Diskussion über das Wesen des Vor-



ganges brachte nun vor allem *Heffter* wichtige neue Gesichtspunkte. Er lehnt die *Roesingsche* Auffassung des Prozesses als eine Oxydation des Eierklars unter Sauerstoffaufnahme und gleichzeitigem Freiwerden des Wasserstoffs ab, denkt vielmehr schon in seiner ersten Arbeit<sup>1)</sup> an eine Autoxydation des Eiweißes unter einfacher Abspaltung des Wasserstoffes und Kondensation der Radikale zu Doppelverbindungen (entsprechend unserer Formel I). Er lenkt die Aufmerksamkeit vor allem auf gewisse Thiokörper, die bei Schwefelzusatz rasch Schwefelwasserstoff abgeben. Diese Angaben werden durch seine zweite Arbeit<sup>1)</sup> noch präzisiert. Das Cystein wird in den Mittelpunkt der Betrachtung gestellt; seine rechtsdrehende Form ist leicht autoxydabel und ist außerdem imstande, alle oben erwähnten Reduktionen prompt durchzuführen. Nur die biologische Umwandlung von Nitraten zu Nitriten läßt sich durch das Cystein nicht nachahmen; sie unterscheidet sich aber auch sonst von den andern Reduktionsprozessen, da sie durch Blausäure gehemmt, durch Aufkochen der Organe verhindert wird; wir schließen sie so, wie das analog sich verhaltende Nitrobenzol, aus unserer Betrachtung aus. Der Hinweis auf das Cystein war auch insofern glücklich, als dieses in naher genetischer Beziehung zum Cystin steht; letzteres aber ist als normaler Zellbaustein schon lange bekannt. Die Beziehung zwischen beiden Körpern ist folgende:



Die Beweisführung, daß ein cysteinähnlicher Komplex die biologischen Reduktionen auslöse, schien nun geschlossen, als *Heffter* unabhängig von *Buffa* durch Verwendung der Nitroprussidnatriumreaktion zeigen konnte, daß Cystein oder zum mindesten ein die Sulfhydrylgruppe enthaltender Körper sowohl im Hefeextrakt als in den meisten tierischen Organen vorhanden ist<sup>1)</sup>.

Und doch ist die *Hefftersche* Auffassung nicht imstande, allen Tatsachen gerecht zu werden. Wir haben schon erwähnt, daß auch das Eierklar auf Schwefelzusatz Schwefelwasserstoff abgibt. (Eine genauere Analyse zeigt, daß diese Fähigkeit dem Ovalbumin zukommt.) Eierklar vollzieht auch

<sup>1)</sup> *Heffter* gibt folgende Skala für den Cysteingehalt der vom Blute befreiten Organe eines frisch verbluteten Kaninchens:

Leber, quergestreifter Muskel, Nierenmark, Nebennierenmark, Gehirn, Darmschleimhaut: *Reaktion stark*.

Nierenrinde, Herzmuskel, Lunge, Unterhautzellgewebe, Aortenendothel: *Reaktion schwach*.

Nebennierenrinde, Magenschleimhaut, Schilddrüse, Knorpel, Knochen, Fettgewebe: *Reaktion negativ*.

sonst eine Anzahl der obengenannten Reduktionen, andere Reduktionen dagegen unterbleiben zum Unterschied von den reduzierenden Organen. Es reduziert die Farbenlösungen nicht, die Reduktion von Jodaten findet nicht statt, es ist luftbeständig, d. h. die reduzierende Fähigkeit geht nicht wie bei den frischen oder gekochten Organen beim Liegen an der Luft verloren. Diese Unterschiede, zu denen sich noch eine Reihe aus dem Folgenden ohne weiteres verständliche gesellen, beruhen nun darauf, daß nur den Organen, nicht aber dem Eierklar eine freie Sulfhydrylgruppe zukommt. *Heffter* hat freilich auch beim Eierklar eine positive Nitroprussidnatriumreaktion erhalten, aber erst, nachdem er es vorher koaguliert hat. Beim Koagulieren des Eierklars erfolgen aber komplizierte chemische Umsetzungen, wie unter andern *Sörensen* und *Jürgensen*<sup>5)</sup> gezeigt haben, und eine dieser Umsetzungen führt zum sekundären Freilegen der Sulfhydrylgruppe. Der Referent<sup>6)</sup> hat die Beweise für diese Auffassung zusammengestellt; die beweiskräftigste Tatsache ist wohl der Nachweis, daß durch Hitze oder anderswie koagulierte Eiweiß, also Eiweiß mit positiver Nitroprussidnatriumreaktion, die vorhin den Organen gegenüber signalisierten wesentlichen Unterschiede nicht mehr aufweist.

Aus diesen Feststellungen geht nun weiter hervor, daß eine freie Sulfhydrylgruppe, also das Cystein, nur für einen Teil der bekannten Reduktionen nötig ist; da die anderen Reduktionen auch von dem genuinen Eierklar ausgeführt werden, das die freie Gruppe nicht besitzt, ist für sie auch nicht das Cystein verantwortlich zu machen, sondern eine Vorstufe, die offenbar durch Hydrolyse in das Cystein sich überführen läßt. Über die Natur dieser Vorstufe wissen wir nichts, erst ihre Kenntnis wird uns in der Erfassung des intimen Vorganges mancher Reduktionsprozesse weiterführen.

Wir haben also zusammenfassend die Reduktionen folgendermaßen zu gruppieren:

- |                            |               |                     |
|----------------------------|---------------|---------------------|
| A. Nitrate                 | →             | Nitrite             |
| Nitrobenzol                | →             | Anilin              |
| B. Farbstoffe              | →             | Leukobasen          |
| Jodate                     | →             | Jodite              |
| Selen                      | →             | Selenwasserstoff    |
| Tellurate }<br>Tellurite } | →             | Tellur              |
| Phosphor                   | →             | Phosphorwasserstoff |
| Pikrinsäure                | wird zersetzt |                     |

Unbeständigkeit bei Einwirkung von Sauerstoff (Autoxydation)

- |                    |   |                     |
|--------------------|---|---------------------|
| C. Schwefel        | → | Schwefelwasserstoff |
| Arsensäure         | → | Arsenige Säure      |
| Kakodylsäure       | → | Kakodyloxyd         |
| Quecksilberchlorür | → | Quecksilber.        |

Die Eigentümlichkeiten der Gruppe A. haben wir bereits gekennzeichnet. Die Reduktionen der Gruppe B. erfolgen durch Cystein und Organe, diejenigen von Gruppe C. durch Cystein, Organe und

Eierklar. Für B. ist die Annahme einer Umsetzung mit dem Wasserstoff eines Cysteinkomplexes das Naheliegendste. Bei C. ist aller Wahrscheinlichkeit nach die unbekannte Vorstufe des Cysteins für die Umsetzungen verantwortlich zu machen, und wenn das Cystein selbst überhaupt in Frage kommt, kann es sich höchstens um sein Auftreten als vorübergehendes Intermediärprodukt handeln. Für die Bildung des Schwefelwasserstoffes auf Schwefelzusatz muß aber im besondern ganz ernstlich die Frage diskutiert werden, ob es sich dabei überhaupt um eine Angliederung von Wasserstoff an den zugesetzten Schwefel, also um eine Reduktion handle, oder ob nicht eine Abspaltung der ganzen Sulphydrilgruppe aus dem Eiweiß unter dem Einfluß des Schwefels stattfindet; letzterer würde dann nur als Katalysator oder Kondensator wirken.

Wir sind weit davon entfernt, einen zwingenden Beweis für diese Anschauung bringen zu können; die Vermutung wird aber plausibler, wenn man bedenkt, daß die gesamte Sulphydrilgruppe tatsächlich leicht abspaltbar ist und als Schwefelwasserstoff austritt und daß zwischen dieser „spontanen“ Schwefelwasserstoffabgabe etwa der Leber und derjenigen bei Schwefelzusatz Parallelismus besteht. Auch der Mechanismus dieser spontanen Schwefelwasserstoffabgabe, wie wir ihn noch kennen lernen werden, läßt die ausgesprochene Vermutung nicht ganz unberechtigt erscheinen.

Sei dem nun, wie ihm wolle, jedenfalls haben wir dieser spontanen Schwefelwasserstoffabgabe jetzt noch näherzutreten, da sie uns das Verständnis für die im Körper unter Schwefelanlagerung erfolgenden *Synthesen* vermittelt.

Hierzu einige einleitende Bemerkungen:

Die Abspaltbarkeit des Schwefels hat in der Eiweißchemie schon frühzeitig eine große Rolle gespielt (Literatur bei *Friedmann*<sup>7</sup>). *Mulder* hatte geglaubt, den Gesamtschwefel vom Eiweiß abspalten zu haben. Nachdem die Liebig'sche Schule die Unhaltbarkeit dieser Annahme nachgewiesen hatte, unterschied man einen abspaltbaren und einen nicht abspaltbaren Anteil und identifizierte diese mit 2 verschiedenen Bindungsformen des Schwefels in nichtoxydierter und oxydierter Form. Aber diese Auffassung erwies sich als irrig und so wurde nach dem Vorschlage von *Nasse* und *Krüger* in nichts präjudizierender Weise die Bezeichnung fest und locker gebundener Schwefel eingeführt. Die Unterscheidung schien nun überhaupt alle Bedeutung zu verlieren, als u. a. *Schulz* und dann *Mörner* zeigten, daß auch das Cystin, trotzdem es nur eine Form der Schwefelbindung aufweist, beim Kochen mit alkalischem Bleiessig den Schwefel nur zum Teil abgibt, zum Teil aber zurückbehält, also, nach der älteren Auffassung, locker und fest gebundenen Schwefel enthält. Einzig indirekt bekam das Verhältnis vom abspaltbaren zum Gesamtschwefel eine gewisse Bedeutung: da es sich gezeigt hatte, daß bei Innehalten

der gleichen Versuchstechnik dieses Verhältnis beim Cystin konstant ausfällt, ließ sich aus der Größe des Quotienten bei den verschiedenen Eiweißkörpern ermessen, ob der Schwefel in ihnen nur in cystinähnlicher Form oder auch in andersartiger Bindung vorhanden sei. Die Methode ist freilich logisch nicht ganz einwandfrei (vgl. auch *Cohnheim*<sup>8</sup>).

M. E. ist aber das Problem mit dieser Betrachtungsweise noch nicht erschöpft. Einmal birgt das Verhalten des Cystins bei dieser Alkalibehandlung neue Fragen in sich — wir werden darauf kurz zurückkommen —. Zum zweiten zeigt eine genauere Analyse, daß in der Leichtigkeit, mit der der Schwefel abgespalten wird, feinere Unterschiede bestehen, die wahrscheinlich auch chemisch, sicher aber biologisch bedeutungsvoll sind. Es darf nicht vergessen werden, daß das Kochen mit Alkali einen sehr energischen chemischen Eingriff darstellt, der jedenfalls in keinem biologischen Vorgang sein Analogon findet. Für die physiologische Abspaltung von Schwefel, etwa zu synthetischen Prozessen, muß dem Organismus leichter zugänglicher Schwefel zur Verfügung stehen. Dies ist auch tatsächlich der Fall; man kennt einige Eiweißkörper (Keratin, Eierklar), die schon beim bloßen Kochen mit Wasser Schwefelwasserstoff abgeben. Ferner hat sich gezeigt, daß die (wahrscheinlich dem Cystein angehörige) Sulphydrilgruppe der oben erwähnten Organe noch leichter abspaltbar ist. Drei Methoden haben sich dem Referenten bei seinem Arbeiten mit der Leber (l. c.) als gangbar erwiesen, das bloße Erhitzen der Organe auf 60 bis 70° während kurzer Zeit, das Zufügen von 2 Teilen 50 bis 100 proz. Alkohol und von 4, 8 und 90 % Phenol. In jedem Fall tritt nachträglich eine quantitativ geringe, aber mit Bleipapier doch leicht nachweisbare Schwefelwasserstoffabgabe während mehreren Tagen ein. Die beim Kochen des Eierklars und — noch mehr — durch die genannten 3 Methoden erhaltenen Schwefelwasserstoffmengen sind bedeutend geringer, als die Ausbeute beim Kochen mit alkalischer Bleiacetatlösung beträgt, dürften aber für physiologische Bedürfnisse durchaus zureichend sein. Sehen wir nun zu, wo eine derartige oder ähnliche Abspaltung der Sulphydrilgruppe biologisch in Frage kommt.

Wir müssen hierbei über den im Titel gesteckten Rahmen etwas hinausgreifen und auch die Bakterien — wie früher die Hefe — in den Kreis der Betrachtung hineinziehen. Die Bakterien sind bekanntlich beim Kulturversuch in ausgedehntem Maße Schwefelwasserstoffbildner, und zwar scheint sich diese Bildung nach verschiedenen Mechanismen zu vollziehen: Die Schwefelwasserstoffabgabe auf Schwefelzusatz fällt in den Bereich unserer vorausgegangenen Betrachtungen; ein zweiter Modus, die Umwandlung von zugesetzten Sulfaten und Thiosulfaten, gilt allgemein als Reduktionsvorgang. In einer dritten Reihe von Fällen endlich erfolgt die

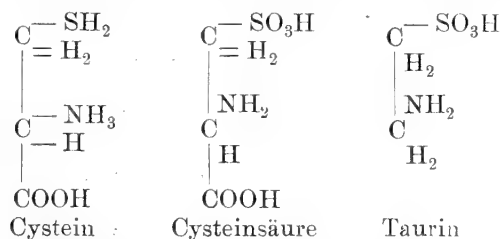
Schwefelwasserstoffabgabe auf Zusatz schwefelhaltiger organischer Substanzen, also etwa einer schwefelhaltigen „Pepton“-Lösung (chemisch gleich Albumosen), und gerade über diese Fälle haben große Erörterungen stattgefunden. Die einen deuten auch diese Schwefelwasserstoffbildung als eine Reduktion, als eine Einwirkung von naszierendem Wasserstoff auf in andern Eiweißgruppen liegenden Schwefel; unter der Ägide *Rubners*<sup>9)</sup> siegte aber die Anschauung, die den ganzen Prozeß als die Abspaltung einer präformierten Sulfhydrylgruppe aufgefaßt wissen wollte. Schon die früheren Gründe und Überlegungen sprachen für die Wahrscheinlichkeit dieser zweiten Annahme; jetzt wird es leicht möglich sein, die Frage definitiv zu entscheiden. Die früher nicht herangezogene Nitroprussidnatriumreaktion gibt uns ja ohne weiteres Auskunft über die Anwesenheit der Gruppe. Es wird sich auch entscheiden lassen, ob sie dem Nährsubstrat, ob dem Bakterienleib angehört und eine wertvolle Vertiefung der bisherigen Kenntnisse ermöglicht werden.

Diese freie Abspaltung ist für höhere Organismen unbekannt; wo es zu einer Abspaltung kommt, vollzieht sich gleichzeitig eine Synthese. Diese erfüllt nun interessanterweise nicht bloß den Zweck, die giftige Schwefelwasserstoffgruppe unschädlich zu machen, sondern dient auch dazu, ein zweites giftiges Radikal zu binden. So entstehen durch das Zusammentreten zweier an und für sich giftiger Bestandteile durchaus unschädliche synthetische Produkte, die den Körper durch den Harn verlassen.

Unter den im Urin auftretenden schwefelhaltigen Verbindungen ist für den Rhodanwasserstoff ohne weiteres seine genetische Beziehung zur Sulfhydrylgruppe leicht erkenntlich; für ihn ist denn auch durch *Lang* und durch *Pascheles*<sup>10)</sup> schon vor längerer Zeit die Entstehung durch Synthese klargelegt worden. Eingeführte kleine Mengen von Cyankali und Verbindungen wie Acetonitril erscheinen im Urin als Rhodanide wieder. *Pascheles* zeigte, daß auch Eiweißkörper mit lockerem Schwefel diese Paarung vollziehen. Heute werden wir dabei in erster Linie an den Cysteinschwefel denken und an dessen im Eierklar sich findende Vorstufe. Doch ist die Frage damit noch nicht endgültig erledigt. *Lang* hat Thiokörper als Gegengifte bei experimenteller Blausäurevergiftung verwendet. Daß sich dabei Natriumthiosulfat wirksamer erwies als Cystein und Cystin, läßt sich zwar heute ziemlich zwanglos aus dem Abspaltungsmechanismus der Sulfhydrylgruppe (s. u.) erklären: wenn aber ein mit Sauerstoff durchleitetes Gemisch von Blausäure und Thiosulfat die Umwandlung zu Rhodan langsamer vollzieht, als die Entgiftung im Körper erfolgt, wenn ferner beim Einbringen der beiden Komponenten in den Magen die Entgiftung mangelhafter ist als bei Zufuhr der Blausäure per os und Injektion des Thiosulfates in die Blutbahn oder unter die Haut, so weist dies darauf

hin, daß wir bisher bei dieser Umsetzung nicht alle Faktoren übersehen, die der lebende Körper nutzbar zu machen weiß. Möglicherweise spielt dabei noch der andere interessante Entgiftungsmechanismus gegenüber Blausäureverbindungen mit hinein, den uns in den letzten Jahren *Reid Hunt*<sup>11)</sup> kennen gelernt hat und der auf einer verminderten Abspaltung des Cyanradikals unter bestimmten Ernährungsbedingungen zu beruhen scheint.

Noch eine zweite Art Schwefelverbindung des Harns läßt sich mit ziemlicher Sicherheit auf eine Paarung mit der Sulfhydrylgruppe zurückführen, die sogenannten gepaarten oder Ätherschwefelsäuren. Auch hier handelt es sich um einen ausgesprochenen Entgiftungsvorgang, indem die als Produkte der Eiweißfäulnis- und Eiweißspaltung auftretenden giftigen aromatischen Kerne Phenol, Indol, Skatol usw. durch die Angliederung des Schwefelsäurerestes in ungiftige harnfähige Körper übergeführt werden. Der Zusammenhang ist freilich hier nicht so auf den ersten Blick einleuchtend, da der Schwefelpaarling im synthetischen Produkt in der Form der höchsten Oxydationsstufe und nicht als Sulfhydryl auftritt. Schon lange aber hat *Tauber*<sup>12)</sup> gezeigt, daß die Synthese nicht durch eine direkte Verbindung von Schwefelsäure und aromatischem Kern zustande kommt, sondern daß eine weniger oxydierte Schwefelstufe die Verbindung eingeht. *Lang* (l. c.) wies ausdrücklich auf den lockeren Schwefel hin, der auch die Rhodanbildung vollzieht. Seither hat diese Vermutung bedeutend an Wahrscheinlichkeit gewonnen; einmal wissen wir durch *Friedmann* (l. c.), daß Cystein leicht in Cysteinsäure sich überführen läßt. Diese Umsetzung wird wahrscheinlich auch im Organismus vollzogen, wie aus dem regelmäßigen Auftreten von Taurin ohne weiteres hervorgeht. Die Beziehungen zwischen den 3 genannten Körpern werden durch die nachfolgenden Formeln beleuchtet:



Andrerseits haben die Versuche des Referenten die leichte Abspaltbarkeit der Sulfhydrylgruppe erwiesen. Es ist nun vor allem bemerkenswert, daß die die Abspaltung herbeiführenden Agentien eine Hydroxylgruppe besitzen und daß auch alle jene Kerne, welche eine Paarung eingehen, zuerst hydroxyliert werden (Benzol → Phenol, Indol → Indoxyl, Anilin → Paramidophenol usw.). Außerdem findet sich das Phenol sowohl unter den die Abspaltung herbeiführenden wie unter den die Paarung eingehenden Körpern. Der nahe Zusammenhang beider Vor-

gänge kann daher kaum bezweifelt werden. Unter welchen Umständen es zur Paarung, unter welchen zur Abspaltung kommt, bleibt freilich noch zu erforschen. Vermutlich handelt es sich in keinem Fall um eine einfache Umsetzung, für die Synthese sei auf die Versuche von *Emlden* und *Gläßner*<sup>13)</sup> hingewiesen, in denen der Muskel und Darm im Gegensatz zu Leber, Niere und Lunge nicht zur Bildung gepaarter Schwefelsäuren befähigt waren, trotzdem ja auch sie die Sulfhydrylgruppe besitzen.

Zum Schluß darf wohl noch kurz auf den Mechanismus der Schwefelwasserstoffabgabe hingewiesen werden, wie er sich aus den Versuchen des Referenten ergibt (l. c.), da der Vorgang auf eine Erscheinung von allgemeiner Bedeutung hinzuweisen scheint. Er läßt sich aus 2 Phasen einigermaßen rekonstruieren.

1. Versetzt man Schwefelalkalilösungen mit Phenol, so erfolgt anfänglich eine vergleichsweise gesteigerte Schwefelwasserstoffabgabe (jede Schwefelalkalilösung gibt beim Stehen Schwefelwasserstoff ab), bei weiterem Stehenlassen kommt es aber zur Bildung von Polysulfiden.

2. Eierklar, das mit Polysulfiden versetzt wurde, gibt bei der durch Spiritus oder Phenolzusatz eingeleiteten Koagulation Schwefelwasserstoff ab.

Es sei hier vor allem auf die erst erwähnte Bildung von Polysulfiden hingewiesen. Wie weit sie auch bei der biologisch vorkommenden Abspaltung der Sulfhydrylgruppe vorkommt, ist noch nicht erforscht; auch spielen die Polysulfide in der organischen Chemie bisher keine Rolle. Doch fehlt es nicht an Hinweisen auf ihre Bedeutung. Ich erinnere an das Verhalten der von *Harnack*<sup>14)</sup> untersuchten und einiger anderer Eiweißkörper, bei denen durch wiederholte Fällungen Umlagerungen des Schwefels herbeigeführt wurden: derauf, daß kein als Bleischwefel abspaltbarer Schwefel mehr vorhanden ist, während doch der Gesamt-Schwefelgehalt sich gleich bleibt. Ist die erste Quote — der bleischwärende Schwefel — wirklich ganz der Oxydation anheimgefallen, wie angenommen wurde? Doch kaum; wissen wir doch aus den Erfahrungen mit dem Oxyprotein und dem Glutin, daß überhaupt nicht aller Schwefel, auch bei stärkster Oxydation, oxydierbar ist. Noch eindeutiger aber ist das Verhalten des Cystins; hier hat *Schulz*<sup>15)</sup> gezeigt, daß beim Kochen mit Alkali und Bleiacetat ein Teil des Schwefels als Bleischwefel ausfällt und eine 2. Fraktion oxydiert wird; eine 3. Fraktion aber gab erst auf Ansäuern Schwefelwasserstoff ab und zeigte somit das für die anorganischen Polysulfide charakteristische Verhalten.

Welche Bedeutung einer solchen Polysulfidbildung für das physiologische Geschehen zukommt, läßt sich zurzeit noch nicht mit Sicherheit sagen. Einerseits hat sich in den oben zitierten Versuchen *Langs* das Polysulfid gegenüber dem Cyanradikal als reaktionsfähiger erwiesen als die Sulfhydrylgruppe; der Einwirkung von Phenol und Al-

kohol dagegen widersteht das Polysulfid im Gegensatz zum Alkalisulfid<sup>16)</sup>. Es ließe sich also die Kondensation als ein Selbstschutz des Protoplasmas, gleichsam durch Zurückziehen der aktiven Gruppen auffassen.

Möge sich diese Vermutung nun als berechtigt erweisen oder nicht, jedenfalls liegt in dieser Kondensation (zu Polysulfiden) nicht eine vereinzelt stehende Erscheinung vor. Erfolgen doch sogar unter Einwirkung von Oxydationsfermenten noch Kondensationen; so geht, um das best studierte Beispiel zu zitieren, Guajacol unter dem Einfluß der Polyphenoloxydase in Tetraguajacochinon über<sup>16)</sup>.

#### Literatur.

- 1) *Heffter*, Die reduzierenden Bestandteile der Zellen. Med.-naturwissenschaftl. Archiv 1, 83.
- 2) *Thunberg*, Die biologische Bedeutung der Sulfhydrylgruppe. Ergebnisse der Physiologie 11, 328, 1911. *Dort Lit. über die ganze Frage.*
- 3) *Pozzi-Escot*, Etat actuel de nos connaissances sur les oxydases et les réductases. Paris 1902, Dunod.
- 4) *Heffter u. Hausmann*, über die Wirkung des Schwefels auf Eiweißkörper. Hofmeisters Beiträge 5, 213.
- 5) *Jürgensen u. Sørensen*, Über die Hitze-koagulation der Proteine. Biochem. Zeitschr. 31, 397, 1911.
- 6) *M. Hausmann*, Die „spontane“ Schwefelwasserstoffentwicklung der Leber und des Eierklars. Biochem. Zeitschr. 58, 65, 1913.
- 7) *E. Friedmann*, Der Kreislauf des Schwefels in der organischen Natur. Ergebnisse der Physiologie. Biochemie 1, 15, 1902.
- 8) *Cohnheim*, O., Chemie der Eiweißkörper. 2. Auflage, 1904, pag. 80.
- 9) Darstellung nach *Flügge*, Mikroorganismen, 2. Aufl., Bd. 1, pag. 80 u. folg.
- 10) *Lang*, über die Umwandlung des Acetonitrils usw. Arch. für experiment. Pathol. u. Pharmakol. 34, 247, 1894.
- 11) *Pascheles*, Versuche über die Umwandlung der Cyanverbindungen im Tierkörper. ibid. 34, 281, 1894.
- 12) *Lang*, Studien über Entgiftungstherapie. ibid. 36, 75, 1895.
- 13) *Reid Hunt*, Experiments on the relation of the thyroid to diet. Journal amer. med. Assoc. Vol. 57, pag. 1033.
- 14) *Tauber*, über Entgiftungstherapie. Arch. für experiment. Pathol. u. Pharmakol. 36, 197, 1895.
- 15) *Emlden u. Gläßner*, über den Ort der Ätherschwefelsäurebildung im Tierkörper. Hofmeisters Beitr. 1, 310, 1902.
- 16) Zit. nach *Cohnheim* (8).
- 15) *Schulz*, Fr. N., Die Bindungsweise des Schwefels im Eiweiß. Zeitschr. für physiol. Chemie 25, 16.
- 16) *Batelli u. Stern*, Die Oxydationsfermente. Ergebnisse der Physiologie, 12. Jahrgang, pag. 139.

## Astronomische Mitteilungen.

Ein Jubiläum der Astronomischen Nachrichten. Nunmehr ist der 200. Band der auf dem Wissensgebiete der Himmelskunde führenden Fachzeitschrift abgeschlossen, die in Kiel in Verbindung mit der Zentralstelle für astronomische Telegramme erscheint. 1821 von *Schumacher* begründet, dann von *Peters*, *Krüger* und *Kreutz*

1) So lange wenigstens, als es nicht gleichzeitig unter dem Einfluß eines Überschusses dieser Agentien zur Koagulation des Protoplasmas kommt, findet keine Schwefelwasserstoffabgabe statt.

fortgeführt, werden die *Astronomischen Nachrichten*, in denen Gelehrte und Laien aller Nationen zu Worte gekommen sind und die wichtigsten Himmelsbeobachtungen niedergelegt wurden, seit 8 Jahren von Prof. *Kobold* herausgegeben, der der ursprünglichen Zeitschrift noch ein wertvolles „Literarisches Beiblatt“ hinzufügte. In der Tat sind die *Astronomischen Nachrichten*, deren 201. Band in diesem Monat begonnen hat, zu einer reichen und unentbehrlichen Fundgrube für Beobachtungen, Berechnungen und Sonderarbeiten auf dem Gebiete der Himmelskunde in immer weiterem Umfange geworden.

#### Wiederauffindung zweier periodischer Kometen.

Von den in diesem Jahre bei ihrer Wiederkehr zur Sonne erwarteten Kometen sind zwei dieser periodischen Haarsterne bereits aufgefunden worden, obwohl sie noch ganz lichtschwache Himmelsobjekte sind. Es ist dies einmal der als 1915 b zu bezeichnende Komet *Winnecke*, der auf der Sternwarte Bergedorf bei Hamburg von *Thiele* als Nebelfleck der 16. Größenklasse im großen Spiegelteleskop aufgefunden wurde, obwohl seine Sonnennähe erst im September d. J. bevorsteht. Dieser periodische Komet, der schon 1819 von *Pons* entdeckt und fast vierzig Jahre später von *Winnecke* bei der Wiederauffindung endgültig bearbeitet wurde, hat eine Umlaufzeit von 5,9 Jahren um die Sonne. An zweiter Stelle wurde in den letzten Tagen auf der südamerikanischen Laplata-Sternwarte durch den Astronomen *Delavan* der periodische Komet *Tempel* Nr. 2 als Haarstern 1915 c mit einer Umlaufzeit von  $5\frac{1}{4}$  Jahren wiedergefunden. Dieser periodische Komet, der bereits 1873 von dem als Kometenentdecker berühmten Astronomen *Tempel* zuerst gesehen wurde, ist schon im April d. J. in Sonnennähe gekommen, aber nur ein äußerst lichtschwaches Himmelsobjekt geblieben.

Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß der als „Kriegskomet“ des Jahres bezeichnete Haarstern 1915 a infolge seiner stark südlichen Bewegung für die Beobachtung auf der nördlichen Erdhalbkugel verschwunden ist und erst wieder im September d. J. auf dem umgekehrten Zweige seiner Parabelbahn bei uns am Morgenhimmel beobachtet werden kann. Dieser Komet 1915 a ist ein sogenannter sporadischer Haarstern, der nicht dauernd, wie ein periodischer Komet, dem Sonnensystem angehört, sondern aus den Fernen des Weltalls zu uns kommt und in jene Fernen wieder zurückkehrt.

**Über die Wahrnehmung des Tierkreislichts in hohen Breiten der Erde** liegen die ersten Beobachtungen von dem Polarforscher *A. Wegener* vor, der in Grönland die Pyramide des Zodiakallichtes flach am Horizont gelegen (in den Tropen liegt sie steil nach oben) wahrnehmen konnte. Aus den Untersuchungen *Wegeners* folgt ferner, nach Mitteilungen im *Sirius*, daß die obere Grenze der stickstoffhaltigen Atmosphäre bei 70 km, die der wasserstoffhaltigen bei 200 km und die obere Grenze derjenigen noch als Erdhülle zu bezeichnenden Schichten, die das hypothetische und leichteste Geokoroniumgas enthalten sollen, bei 600 km zu liegen scheint. Dadurch müßte die nach neueren Untersuchungen über höchste Polarlichter auf 400 km bisher angenommene Höhe der Erdhülle noch um weitere 200 km emporgeschoben werden, was übrigens mit manchen Wahrnehmungen über sehr hoch aufleuchtende sogenannte teleskopische Meteore ziemlich gut übereinstimmen würde.

**Neues vom Planeten Mars.** Nach Beobachtungen von *Very*, die in den *Astronomischen Nachrichten* niedergelegt sind, kann man annehmen, daß sowohl Wasser-

stoff als auch Sauerstoff in der Marsatmosphäre vorkommen. Jedoch scheint es, als ob der Gehalt an Wasserdampf und an Sauerstoff auf unserem Nachbarplaneten viel geringer ist als auf der Erde. Ferner soll nach *Very* auf dem Mars gerade in tropischen Regionen die geringste Feuchtigkeit herrschen und eine Zunahme derselben nach den polaren Schneekappen jenes Planeten stattfinden. *Very* folgert daraus, daß, umgekehrt wie auf der Erde, beim Mars der Gehalt seiner Atmosphäre an Wasserdampf meist aus den schmelzenden Polarkappen kommt, während die nicht von Ozeanen eingeschlossenen Marstropen auch nicht als Reservoir für die Wasserlieferung in der Marsatmosphäre in Betracht kämen.

A. Marcuse.

#### Kleine Mitteilungen.

**Über die Wirkung der Stickstoffdünger** sind u. a. auch von der Bernburger Versuchsstation erneut Versuche angestellt worden, und zwar auf Veranlassung des Deutschen Landwirtschaftsrates. Ihr Zweck ging dahin, die einzelnen stickstoffhaltigen Düngemittel mit ihren verschiedenen Stickstoff-Formen in ihrer Wirkung zu vergleichen und zugleich ihre zweckmäßigste Verwendungsart festzustellen. Es sollten dabei vor allem auch die Luftstickstofferzeugnisse und die Jauche herangezogen werden, um einerseits über die Tauglichkeit jener als Ersatz bzw. als Ergänzung des Chilesalpeters und schwefelsauren Ammoniaks und andererseits über das stickstoffreichste Düngemittel der einzelnen Wirtschaften, über die Jauche, in ihrem Werte als Stickstoffdünger aufzuklären. Über die umfangreichen Versuche von Prof. Dr. *W. Krüger*, Prof. Dr. *H. Römer* und *O. Ringleben* wird in Heft 34 der vom Reichsanrat des Innern herausgegebenen Berichte über Landwirtschaft ausführlicher berichtet.

Der Einfluß der Stickstoffdüngung auf den prozentischen Stickstoffgehalt der Ernteerzeugnisse ist bei allen 3 angebauten Früchten (Gerste, Hafer und Kartoffeln) fast durchweg nur ein geringer gewesen. Beim Hafer war durchschnittlich eine regelmäßige Steigerung des Stickstoffgehaltes der Körner und teils auch des Strohes durch die N-Düngung eingetreten, als bei der Gerste. Bei den frischen Kartoffeln war sie nur sehr gering. Im allgemeinen wurde der Körnergehalt in der Erntemasse durch Stickstoffdüngung etwas, freilich nur unbedeutend, herabgedrückt, so daß eine geringe Zunahme des Strohes auf Kosten der Körner stattgefunden hatte. Die Ausnützung des Stickstoffes (N) der Düngung durch die einzelnen Früchte ist nach den gegebenen N-Mengen und nach den einzelnen Jahrgängen eine wechselnde gewesen. Sie war am stärksten durch Hafer, weniger hoch durch Kartoffeln und am niedrigsten durch Gerste. Ein ungünstiger Einfluß der N-Düngung auf den Stärkegehalt der Kartoffelknollen ist bei den gewählten N-Mengen nirgends hervorgetreten. Der Knollenertrag erfuhr durch die N-Düngung überall eine deutliche, wenn auch zuweilen keine besonders erhebliche Steigerung. Dadurch wurde natürlich auch der Gesamt-Stärkeertrag günstig durch eine solche Düngung beeinflusst.

Über den Einfluß der Art bzw. der Zeit der Anwendung auf die Wirkung der N-haltigen Düngemittel (in ganzen oder geteilten Gaben) konnten noch keine zuverlässigen Ergebnisse erzielt werden. Der Erfolg diesbezüglicher Maßnahmen war sehr unregelmäßig. Der Wert der einzelnen N-Dünger ergibt sich aus einer besonderen Zusammenstellung der Mehrerträge und aus



ihrem Verhältnisse zueinander. Diese Mehrerträge sind lehrreich für die 3 angebauten Früchte im einzelnen und für Kartoffeln auch im Mittel wiedergegeben. Nach den bisherigen Versuchen wird unter Vorbehalt gefolgert, daß der Kalksalpeter im großen und ganzen dem Chilesalpeter in der Wirkung mindestens gleichkommt. Das schwefelsaure Ammoniak zeigte sich im allgemeinen weniger wirksam. Der Stickstoffkalk, der sich in seiner Wirkung beim Getreide der Wirkung des  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  nähert, bleibt bei der Kartoffel noch wesentlich hinter diesem in seiner Wirkung zurück. Verhältnismäßig wenig wirksam, besonders auch bei der Kartoffel, zeigte sich auch die Jauche, wenigstens bei den hier angestellten Versuchen. Sehr auffallend war die günstige Wirkung des Calciumnitrites, die besonders bei den Kartoffeln hervortritt. Wenn der jetzt allerdings erst für ein Jahr vorliegende Versuch sich bestätigt, so dürfte dem Calciumnitrit, bei passenden Bodenverhältnissen und zweckmäßiger Anwendung, der Wirkungswert des Chile- und Kalksalpeters zukommen.

#### B. II.

**Verwendung von Torfstreu zur besseren Erhaltung des Jauchestickstoffes.** In der jetzigen Kriegszeit und bei dem überaus großen Mangel an künstlichen Stickstoffdüngern (Chilisalpeter, schwefelsaurem Ammoniak u. a.) müssen alle natürlichen Stickstoffquellen möglichst sorgfältig auszunutzen gesucht werden. Dazu gehören auch die menschlichen Ausscheidungsstoffe (Kot und Harn) besonders in den Städten. Leider ist das Torfstuhlverfahren nur noch in wenigen Städten vorhanden. Es könnte uns jetzt bei dem großen N-Düngermangel weit größere Dienste leisten, als es tatsächlich leistet. Jedenfalls sollten in allen Gefangenenlagern möglichst nur einfache Torfstuhleinrichtungen getroffen werden. Auch den menschlichen Harn sollte man — mehr als es geschieht — für sich zu sammeln und (möglichst mit Torf) vorteilhafter zu verwerten suchen, wenn auch meist nur in verhältnismäßig kleinen Mengen im Gartenbaubetriebe. Im Betriebe der Landwirtschaft wird nun in zahlreichen Veröffentlichungen der letzten Zeit ebenfalls auf den hohen Wert der *Torfstreu* als ein vorzügliches Mittel hingewiesen, um den *Stickstoff der Jauche* besser zu erhalten und vor den sonst leicht eintretenden großen Verlusten zu schützen. Es werden dabei auch verschiedene wichtige Maßnahmen, die bei dem Verfahren wohl zu beachten sind, besonders hervorgehoben. Bei sorgfältiger Ausführung kann man die N-Verluste jedenfalls auf ein sehr geringes Maß herabdrücken. Nach einer eingehenderen Besprechung der einschlägigen Fragen durch Prof. Dr. Vogel (Leipzig) ist allerdings von anderen Berichterstattern ein wichtiger Punkt völlig ungenügend beachtet und daher auch kaum besonders betont worden, es ist das nach Vogel die Notwendigkeit, den anfallenden Torfstreujauchedünger *getrennt von dem Strohdünger zu verwahren und zu verwenden*, nämlich überall dort, wo neben Stroheinstreu gleichzeitig auch die Torfeinstreu für das Aufsaugen der Jauche benutzt wird.

#### B. II.

**Urinod, das riechende Prinzip des Harns.** W. M. Dehn und F. A. Hartmann (*Journ. Americ. Chem. Soc.* 36, 2118; 1914) beschreiben mehrere schwefelhaltige und schwefelfreie Verbindungen, die sie bei der Verarbeitung großer Harnmengen gewannen. Unter diesen wird eine, das *Urinod*,  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}$ , als der Träger des spezifischen Harngeruches angesprochen. Aus 1000 l

Harn wurden 5,18 g gewonnen, entsprechend circa 0,0005 %. Im ganzen dürfte der Harn 1—2 Hunderttausendstel von dieser Sustanz enthalten. Die Verbindung wird als ein hellgelbes Öl beschrieben, das sich in Wasser nicht löst, mit Wasserdampf leicht sich verflüchtigt. Der Geruch ist eklig, penetrant und ungemein anhaltend. Es ist sehr giftig, optisch inaktiv und ungesättigt. Nach der Konstitution, die ihm seine Entdecker zuschreiben, wäre es ein terpen- oder kampferartiges Keton. Beim Behandeln mit Alkali tritt tatsächlich ein terpenähnlicher Geruch auf. Falls sich die Angaben der genannten Autoren bestätigen, darf man darauf gespannt sein, welcher Muttersubstanz diese eigenartige Verbindung ihre Entstehung verdankt.

Die Existenz des von Mooser vor mehreren Jahren (*Zeitschr. f. physiol. Chem.* 63, 181; 1910) angegebenen Urogons  $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$  wird von Neuberg und Czapski bestritten. Nach diesen (*Biochem. Zeitschr.* 67, 28; 1914) ist sowohl das Urogon des Kuhharns wie das aus ihm erhaltene Urogon nichts weiter als verunreinigtes Harnkresol.

G. T.

**Wirkt Azetylen auf Metalle ein?** Über diese in technischer Hinsicht recht wichtige Frage haben H. Reckleben und I. Scheiber nähere Untersuchungen angestellt, worüber sie in der *Chemiker-Zeitung* 1915, S. 42, berichten. Das in üblicher Weise hergestellte Azetylen wurde bei gewöhnlichem Druck und bei Zimmertemperatur während eines Zeitraumes von 20 Monaten auf eine große Zahl verschiedener Metalle einwirken gelassen, und zwar wurde bei einer Versuchsreihe das Azetylen in rohem Zustand über die Metallproben geleitet, bei einer zweiten Reihe wurde das Gas vorher gereinigt und bei einer dritten Reihe außerdem noch getrocknet. Folgende Metalle bzw. Legierungen wurden zu den Versuchen verwendet: Zink, Zinn, Blei, Eisen, Kupfer und Nickel in Form von Pulver, ferner Messing, Rotguß, Neusilber, Phosphor-, Aluminium- und Kunstbronze, schließlich Letternmetall und Schnellot; die letzten acht in Form von Spänen. Das Ergebnis der Einwirkung war folgendes: Reines trockenes Azetylen wirkte auf keine der verwendeten Metallproben ein, auch reines feuchtes Azetylen rief bei den Metallen keine Veränderung ihres Aussehens hervor und bewirkte lediglich beim Nickel und beim Kupfer eine geringe Gewichtszunahme. Das ungereinigte feuchte Gas endlich ließ ebenfalls Zinn, Rotguß, Neusilber, Aluminiumbronze, Letternmetall und Schnellot fast völlig unverändert; Zink, Blei, Messing und Nickel erfuhren eine Gewichtszunahme von weniger als 1 %, wogegen Eisen, Kunstbronze und Phosphorbronze eine Gewichtszunahme von 6,4 % bzw. 6 % bzw. 14,4 % zeigten, ihren metallischen Glanz verloren und schwarz wurden. Am stärksten und raschesten wurde das Kupfer verändert, das eine sehr starke Gewichtszunahme aufwies und zum Teil von einer schwarzen Kruste bedeckt war. Die nähere Untersuchung ergab, daß sich hierbei jedoch *kein* Azetylenkupfer gebildet hatte, denn es gelang nicht, die Substanz durch Erhitzen oder durch Schlag zur Explosion zu bringen. Beim Behandeln des Kupfers mit Säure entwickelte sich kein Azetylen, dagegen Spuren von Schwefelwasserstoff, und es blieb eine schwarze, humoide Substanz zurück. Derselbe Befund ergab sich bei der Untersuchung eines kupfernen Azetylenleitungsrohres, das sich im Betriebe verstopft hatte. Das aus dem Rohre herausgekratzte schwarze Pulver hatte keinerlei explosive Eigenschaften.

ten; es enthielt keine Calciumverbindungen, dagegen reichlich Kohlenstoff. Die Verfasser befürworten auf Grund ihrer Untersuchungen die Verwendung von Kupfer und seinen Legierungen zur Installation von Azetylanlagen, da eine Explosionsgefahr hieraus nicht entsteht. Es können lediglich Verstopfungen der Rohre auftreten, zu deren Verhütung sie die mit Azetylen in Berührung kommenden Metallteile zu verzinnen oder zu verzinnen empfehlen. S.

Über das Spektrum des Wasserstoffs und des Heliums hat E. J. Evans (*Phil. Mag.* [6] 29, S. 284, 1915) wichtige Untersuchungen angestellt. Bisher nahm man an, daß das primäre Wasserstoffspektrum aus vier Serien bestand. Die bekannteste ist die aus den Hauptlinien  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$  usw. gebildete Balmerische Serie, welche als die diffuse Nebenserie betrachtet wurde. Die scharfe Nebenserie wurde von den von *Pickering* 1896 im Sterne  $\zeta$  Puppis entdeckten Linien gebildet. Aus den Beziehungen zwischen der Balmer- und der *Pickering*-Serie hatte *Rydberg* auf eine Hauptserie geschlossen, deren erstes Glied (4686) auch im Spektrum gewisser Sterne und der Sternnebel aufgefunden wurde. Bei starken Entladungen in Gemischen von Helium und Wasserstoff fand *Fowler* schließlich Linien, die zu der sogenannten zweiten Hauptserie gehören sollten; diese stand zur ersten Hauptserie in derselben Beziehung, wie die *Pickering*-Serie zur Balmerischen. Auf Grund der Vorstellung, daß das Atom aus einem positiven Kern und ihn in bestimmten Ringen umkreisenden Elektronen besteht, hatte *Bohr* unter Anwendung der Quantentheorie Formeln für die Spektralserien des Wasserstoffs und des Heliums abgeleitet, nach welchen nur die durch die Balmerische Serienformel dargestellten Linien dem Wasserstoff angehörten, während die Linien der *Pickering*- und der Hauptserien dem Helium zuzuordnen wären. Außerdem sagte er eine neue Heliumserie voraus, deren Linien den Hauptlinien des Wasserstoffs benachbart waren. *Evans* ist es nun gelungen, in Geißleröhren, welche nur die bekannten Heliumlinien, aber keine Spur von Wasserstoff zeigten, zwei Linien der von *Bohr* vorausgesagten Heliumserie, außerdem aber auch die drei ersten Glieder der *Pickering*-Serie und das erste Glied der bisher als erste Hauptserie des Wasserstoffs bezeichneten Serie aufzufinden. Die Messung der Wellenlänge aller dieser Linien ergab innerhalb der Beobachtungsfehler Übereinstimmung mit den aus der Bohrschen Formel berechneten Werten. Es ist dies eine glänzende Bestätigung der Bohrschen Theorie der Spektralserien und ihrer Voraussetzungen über die Konstitution des Atoms sowie der Quantentheorie. B.

Über die Natur der von *Langevin* entdeckten trägen Ionen der Atmosphäre ist J. A. Pollock (*Phil. Mag.* [6] 29, S. 514, 1915) auf Grund thermodynamischer Überlegungen zu der Vorstellung gekommen, daß sie aus einem Staubkern mit einer anliegenden Flüssigkeitsschicht bestehen; dieser Komplex hat sich durch Abfangen eines gewöhnlichen Ions geladen. Danach darf die Beweglichkeit eines trägen Ions bei konstantem Druck nur von der Feuchtigkeit abhängen, was mit den experimentellen Ergebnissen in Einklang steht. Für normalen Druck ergibt sich bei 4 % Feuchtigkeit eine Beweglichkeit von 1/1250, bei 100 % eine solche von 1/3440 cm/sec : Volt/cm. Aus den Gleichungen der kinetischen Gastheorie berechnet sich der Durchmesser der trägen Ionen zu 3 bis 4.  $10^{-7}$  cm. B.

Interessante Zusammenhänge zwischen den Moleküldurchmessern der Edelgase und der Gase der Halogen-

gruppe findet A. O. Rankine (*Phil. Mag.* [6] 29, S. 552, 1915). Er berechnet aus den Koeffizienten der inneren Reibung die freie Weglänge für die Moleküle von Argon, Krypton, Xenon und Chlor, Brom, Jod und aus dieser die Molekülradien. Bei der Reduzierung des Reibungskoeffizienten auf normale Temperatur wurde die wegen der gegenseitigen Anziehung der Moleküle notwendige, von *Sutherland* angegebene Korrektur berücksichtigt. Es ergab sich dabei das Resultat, daß die Molekülradien der Edelgase 1,24 mal größer sind als die der entsprechenden Glieder der Halogensgruppe. Daraus folgt, daß die Volumina und die Massen der Edelgase 2 mal größer sind als die der entsprechenden Halogensgase, während die Moleküldichten der entsprechenden Gase der beiden Gruppen einander gleich sind. Weiterhin ergab sich, daß die Kraft, welche nötig ist, um zwei sich berührende Moleküle gegen ihre Anziehung in unendliche Entfernung zu bringen, bei jedem Halogensgas 2,3 mal größer ist als bei den entsprechenden Edelgasen. B.

## Zeitschriftenschau.

### Meteorologische Zeitschrift; April 1915.

Über Frühgewitter; von G. Schwalbe. Untersucht man die tägliche Periode der Gewitter, so findet man neben dem Hauptmaximum in den Nachmittagsstunden ein relatives Maximum zwischen 5 und 6 Uhr morgens. Während das Hauptmaximum leicht zu erklären ist, ist dies bei dem erwähnten Morgenmaximum nicht der Fall, da die starke Erhitzung der unteren Luftschichten zu dieser Tageszeit nicht die nächstliegende Ursache sein kann. Zunächst wird man vermuten, daß die durch v. Bezold als Wirbelgewitter (im Gegensatz zu den Wärmegewittern) bezeichneten Gewitter besonders häufig zu dieser Tageszeit auftreten. In der Tat bevorzugen dieselben die kalte Tages- und Jahreszeit und sind im Sommer besonders bei Witterungsumschlägen häufig. Durch eine Untersuchung der Wetterlagen, bei denen Frühgewitter in Norddeutschland auftreten, hat sich nun die relative Häufigkeit der Wirbelgewitter in den Stunden zwischen Mitternacht und 10 Uhr vormittags bestätigt, da sich zeigte, daß die Gewitter zu dieser Tageszeit oft beim Übergang von warmer zu kühler Temperatur oder überhaupt bei böigem kühlem Wetter sich entladen. Trotzdem gibt es aber noch eine ziemlich große Anzahl von Morgengewittern, die in die Mitte von Perioden ausgesprochenen Sommerwetters fallen, bei denen man also annehmen muß, daß der überhitzte Zustand der Atmosphäre die ganze Nacht hindurch anhält. Die beiden Hauptwetterlagen, bei denen Morgengewitter auftreten, sind folgende:

1. Ein Tiefdruckgebiet bildet bei seinem Erscheinen über West- oder Südwesteuropa einen sogenannten Gewittersack, statt dessen aber auch selbständige Teildepressionen vorhanden sein können. Letztere pflanzen sich meist in östlicher oder nordöstlicher Richtung fort. Zuweilen werden sie aber beim Fortschreiten eines warmen nordöstlichen Maximums nach der entgegengesetzten Richtung verdrängt. In ihrer Umgebung finden die Gewitter statt.

2. Bei hohem Luftdruck über Westeuropa befindet sich die Depression über Nordeuropa und schreitet meist von Nordwest- nach Nordosteuropa fort (Wirbeltypus).

Szintillationsbeobachtungen auf dem Sonnwendstein (1907—1908); von Jos. Norb. Dörr. Die mittels eines Exnerschen Szintillometers gemessenen Helligkeitsschwankungen des ersten Minimums werden auf ihre Beziehungen und Abhängigkeit von den einzelnen meteorologischen Elementen (Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeits- und Windverhältnisse u. a.) eingehend

untersucht. Am deutlichsten zeigt sich der Einfluß der Windstärke, indem die Szintillationsgröße  $\alpha$  nur bis zu einem gewissen Stärkegrade des Windes zunimmt und dann, trotz weiterer Zunahme der Windstärke, wieder abnimmt.

*Über das Energiespektrum der Sonne;* von A. Defant. Das von Abbot ermittelte Sonnenspektrum wurde verglichen mit jenem einer schwarz strahlenden Kugel von einer Temperatur von 7000°, die von einer absorbierenden Atmosphäre umgeben ist. Der langwellige Teil des Sonnenspektrums (bis zu 0,75  $\mu$ ) stimmt befriedigend damit überein. Die Strahlungsintensität der kurzen Wellenlängen ist dagegen im Spektrum der Sonne wesentlich größer als im Spektrum der schwarz strahlenden Kugel mit Atmosphäre. Der Unterschied scheint bei einer Wellenlänge von 0,46  $\mu$  das Maximum zu erreichen, indem er 38 % des Abbotschen Wertes beträgt. Dieses Plus an Energie im Energiespektrum der Sonne gegenüber dem Energiespektrum der direkten Strahlung der Kugel wird der Selbsterleuchtung der Sonnenatmosphäre zugeschrieben.

*Monatliche Perioden in der Witterung;* von W. Köppen. Vorläufige Mitteilung einiger Ergebnisse aus einer größeren Untersuchung, die später im *Archiv der Seewarte* erscheinen wird. Fast alle bisherigen Untersuchungen über den Mondeinfluß fußen auf Beobachtungsreihen, die sich nach dieser neuen als viel zu kurz zur Entscheidung der Frage erweisen. Daher die teilweise sehr bestimmten, aber widersprechenden Ergebnisse. Verwendet man alle veröffentlichten Tagebücher, die teilweise bis 1755 zurückgehen, so findet man, daß selbst 10- bis 20jährige Mittel alle möglichen scheinbaren Perioden, zum Teil sehr ausgeprägt, ergeben, ohne daß für deren Abwechslung bis jetzt irgend ein Gesetz angegeben werden kann. Die Verwendung des Mondlaufes für die Wettervorhersage ist daher leider zurzeit ganz unmöglich und aussichtslos.

#### Geographische Zeitschrift; Heft 4, 1915.

*Zum Kampfe um die Meereengen;* von Fritz Braun. Der Verfasser schildert den Hellespont und Bosphorus sowie die Bodennatur ihrer Umgebung. Er bespricht dabei die geographischen Bedingungen, mit denen ein Feind rechnen mußte, der sich die Eroberung Konstantinopels zum Ziele gesetzt hätte. Bei dieser Erörterung ergibt sich, daß der Angreifer recht übel daran wäre, weil die Meerengen leicht verteidigt werden können und auch eine Truppenlandung in Rumelien schon wegen der natürlichen Beschaffenheit jenes Erdraumes mit großen Schwierigkeiten zu rechnen hätte.

*Der südafrikanische Bundesstaat und Deutsch-Südwestafrika;* von C. Uhlig. Es wird erörtert, wie weit die wirtschaftlichen und politischen Beziehungen des britischen zum deutschen Südafrika von der Natur dieser Länder und ihrer Bewohner abhängen. Abgesehen von dem allgemeinen Landhunger und dem wirtschaftlichen Neid Großbritanniens lassen sich einzelne Gründe erkennen, die dem britischen Weltreich gerade den Besitz von Deutsch-Südwest höchst begehrenswert erscheinen lassen. So geht z. B. der nächste Weg vom Randminengebiet nach Europa durch Deutsch-Südwest. Und gleichzeitig beherrscht die deutsche Kolonie den westlichen Eingang vom südlichen zum tropischen Afrika.

*Die Wasserkräfte des Berg- und Hügellandes in Preußen und benachbarten Staatsgebieten;* von Wilhelm Halbfaß. (Nach dem gleichnamigen, in der preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde bearbeiteten Werke von Keller, Ruprecht und Vogel, Berlin 1914.) Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchun-

gen über die vorhandenen und ausgenutzten Wasserkräfte Norddeutschlands mit Ausnahme des Königreichs Sachsen und der im Flachland belegenen Teile der norddeutschen Flußgebiete. Gesamtareal des untersuchten Gebietes 91 800 qkm = Bayern + Württemberg. Vorhandene Wasserkräfte 1 811 050 HP., 9 Monate im Jahre nicht unterschrittene Wasserkraft 600 194 HP., ausgenutzte Wasserkraft 446 633 HP. bzw. 155 075 HP. Die Hauptströme Elbe, Weser, Rhein selbst kommen nicht in Betracht, weil ihre wasserwirtschaftliche Ausnutzung durch die Schifffahrt und andere öffentliche Zwecke stark beeinträchtigt wird. Von den übrigen Strömen verfügt die Mosel über die meisten Wasserkräfte; 33 Flüsse besitzen zusammen  $\frac{1}{2}$  der Wasserkräfte des ganzen Gebietes. Das Ausnutzungsverhältnis ist am günstigsten bei der Unstrut (73 %), am ungünstigsten bei der Saar (1,3 %). Bei einigen kleinen Flüssen des westfälischen Industriegebietes ist das Verhältnis noch günstiger als bei der Unstrut, bei der Verse steigt es auf 97 %. Im Verhältnis zur Fläche steht, was die Zahl der ausgenutzten Wasserkräfte anlangt, die Schweiz etwa 2 bis 3 mal günstiger da als das mitteldeutsche Hügelland. Auch im Königreich Sachsen bestehen, entsprechend der starken industriellen Entwicklung des Landes, günstigere Verhältnisse, insofern bereits 70 % aller vorhandenen Wasserkräfte in Benutzung gezogen bzw. belegt worden sind.

#### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. Mai 1915.

*Ozonisierung flüssigen Sauerstoffs durch Bestrahlung;* von E. Warburg. Flüssiger Sauerstoff und flüssige Luft werden durch Zinkfunkenstrahlung kräftig ozonisiert. Die Flüssigkeiten befanden sich in einem Quarzglasrohr, das in einen  $\text{CO}_2$ - und  $\text{H}_2\text{O}$ -freien mit Quarzfenster versehenen Lufraum eingesetzt war. In 20 Minuten wurde reichlich 1,5 mgr Ozon erhalten. Das Ozon gab sich schon in der Flüssigkeit durch seine Absorption ultravioletter Strahlung zu erkennen und besaß in der Flüssigkeit eine Dichte von ungefähr 9 % der normalen Dichte im Gaszustand.

*Die Einsteinschen Energieschwankungen;* von M. v. Laue. Für die von Einstein aus der Quantentheorie abgeleiteten Energieschwankungen des festen Körpers und der Wärmestrahlung wird ein einfacherer, rein statistischer Beweis gegeben.

*Berichtigung zu meiner gemeinsam mit Herrn J. W. de Haas veröffentlichten Arbeit: Experimenteller Nachweis der Ampèreschen Molekularströme;* von A. Einstein.

*Bemerkungen zu der Mitteilung des Herrn Karl Czukor: Zur Theorie der Dielektrika;* von Max Born. Prioritätsreklamation zugunsten von S. Boguslawski.

#### Zeitschrift für Instrumentenkunde; Juni 1915.

*Über militärische Entfernungsmesser. Ein Vorschlag zur Vershärkung der Entfernungangaben von Koinzidenz-Telemetern;* von H. Löschner. Der Verf. gibt in dem hier vorliegenden ersten Teil seiner Arbeit zunächst ausführliche, durch reiche Quellenangaben gestützte Notizen über den Wert der Entfernungsmessung im Kriege und über neuere Formen militärischer Entfernungsmesser.

*Einrichtung für die Winkelmessungen der in den Städten geführten Polygonzüge;* von K. Oltag. Es wird eine „Aufstellung“ zum Austausch von Theodolit und Punktsignalen gegeben.

*Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1914.* (Fortsetzung.)

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 26.

25. Juni 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Messung und zahlenmäßige Darstellung der Körperfarben. Von *Dr. L. Bloch, Berlin*. S. 333.

Über die Entwicklung der Serradella auf leichten und schweren Böden und ihren großen wirtschaftlichen Wert mit Berücksichtigung von Impfungen. Von *Dr. B. Heinze, Halle*. S. 339.

### Besprechungen:

Witte, Hans, Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik. Von *M. Born*. S. 343.

Hupka, E., Die Interferenz der Röntgenstrahlen. Von *P. P. Ewald*. S. 343.

Zoth, O., Über die Natur der Mischfarben auf Grund der Undulationshypothese. Von *R. Pohl*. S. 343.

Tables Annuelles de Constantes et Données Numériques de Chimie, de Physique et de Technologie. Von *J. Koppel*. S. 344.

Kleine Mitteilungen. S. 344.

### Zeitschriftenschau:

Annalen der Physik. S. 347.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

## Die neue Kontinentsperre

Ist Großbritannien wirtschaftlich bedroht?

Von

**Dr. Hermann Levy**

a. o. Professor in Heidelberg

Preis M. -1. —

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 25 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

## Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

# Deutschlands Platz an der Sonne

Ein Briefwechsel englischer Politiker aus dem Jahre 1915

Von

**Ferdinand Tönnies**

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Kiel

Preis M. —.50.

Vor kurzem erschien:

# Eine Frage!

Wie erhalten wir der Zukunft die erhebenden Kräfte dieses Krieges?

Von

**Johannes Marbod**

Preis M. —.50

Vor kurzem erschien:

# Der Krieg und die Frauen

Von

**Dr. Agnes von Harnack**

3. Tausend

Preis M. —.60

Bei Bezug von 10 Exemplaren an Preis je M. —.50, von 25 Exemplaren an Preis je M. —.40

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**



# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

25. Juni 1915.

Heft 26.

## Die Messung und zahlenmäßige Darstellung der Körperfarben<sup>1)</sup>.

Von Dr.-Ing. L. Bloch, Berlin.

Für die meisten Eigenschaften der Körper gibt es einfache Meßverfahren, die eine Bestimmung und zahlenmäßige Bezeichnung dieser Eigenschaften ermöglichen. Um nur wenige Beispiele herauszugreifen, sei auf das Gewicht, den Rauminhalt, die Festigkeit, die chemische Zusammensetzung hingewiesen. Im Gegensatz hierzu ist man bisher im allgemeinen nicht gewohnt, die *Farbe* eines Körpers, eine doch auch recht wichtige Eigenschaft, zu messen und durch Zahlen darzustellen. Infolgedessen kann man nicht erwarten, einen Körper in irgendeiner ganz bestimmten Farbe von jemand zu erhalten, ohne daß man ihm zuvor ein Muster in dieser Farbe übergibt. Im Gegensatz hierzu kann man beispielsweise, wenn man eine bestimmte Metallegierung zu erhalten wünscht, sich damit begnügen, die Art und den Prozentsatz der einzelnen Bestandteile der Legierung anzugeben, und kann dann sicher damit rechnen, genau den gewünschten Körper zu erhalten. Andererseits hat man hierfür in der chemischen Analyse ein Mittel an der Hand, um die Übereinstimmung zwischen Gewünschtem und Erhaltenem zahlenmäßig festzustellen.

Es fragt sich nun, ob dasselbe Vorgehen für die Farben der Körper ganz unmöglich oder nur nicht üblich ist. Ersteres trifft jedenfalls nicht zu, denn die *Spektralanalyse* ermöglicht uns, jede Farbe genau zu messen und zahlenmäßig festzustellen, wie groß die Durchlässigkeit bzw. Reflexionsfähigkeit eines Körpers für Licht von verschiedener Wellenlänge ist. Man erhält hierbei eine Kurve der Durchlässigkeit bzw. Reflexionsfähigkeit des untersuchten Körpers für die verschiedenen Wellenlängen des Spektrums, und diese Kurve gibt uns ein Maß für die Farbe des untersuchten Körpers. Das spektralphotometrische Verfahren für die Messung der Körperfarben hat jedoch nur eine verhältnismäßig eng beschränkte Anwendung gefunden. Für den alltäglichen Gebrauch ist es viel zu schwierig und kompliziert. Hierfür müssen einfache Verfahren und leicht zu handhabende Meßapparate an seine Stelle treten. An Versuchen, solche Apparate zur Farbenmessung einzuführen, hat es bisher schon nicht gefehlt. Es möge hier nur auf das *Colorimeter* von Ives, das *Chromoskop* von Arons und den *Farbenmesser* von Kallab hingewiesen sein. Wenn diese Apparate sich bisher noch nicht in größerem Maß-

stab eingeführt haben, so liegt dies wohl hauptsächlich daran, daß sie alle von dem Prinzip ausgehen, eine mit der zu messenden Farbe übereinstimmende Farbe aus drei Grundfarben durch Probieren zusammenzusetzen. Ihr Gebrauch erfordert also eine gewisse Geschicklichkeit und Übung, die nicht von jedermann verlangt und erreicht werden kann.

Bei einem allgemein gebrauchsfähigen Farbenmesser muß das Probieren wegfallen und die Messung ebenso einfach wie etwa eine Lichtmessung auszuführen sein. Das Problem der Messung der Körperfarben ist hiernach nahe verwandt mit der Messung der Farbe der künstlichen Lichtquellen. Ein hierfür brauchbares Meßverfahren muß sich bei entsprechender Ausbildung des Meßapparats auch auf die Messung der Körperfarben übertragen lassen. Denn bei einem durchsichtigen Körper beruht die Messung seiner Farbe auf der Feststellung, in welcher Weise er die Farbe der Lichtquelle beeinflusst, welche Licht durch ihn hindurchsendet. Dasselbe ist der Fall bei undurchsichtigen, farbigen Körpern. Nur tritt hier die Messung der Reflexionsfähigkeit an die Stelle der Durchlässigkeit.

Es lag daher nahe, das Meßverfahren, das ich in dem Aufsatz über „Die Farbe der künstlichen Lichtquellen“ (Naturwissenschaften 1914, Heft 4, Seite 85) beschrieben habe, auch auf die Messung der Körperfarben anzuwenden. Bei dieser Art der Messung wird die Lichtstärke einer Lichtquelle nicht im weißen, sondern im roten, grünen und blauen Licht in der Weise photometrisch gemessen, daß zwischen Auge und Photometer der Reihe nach ein rotes, grünes und blaues Glas von genau definierter Färbung und Dicke eingeschaltet wird. Die einfache Vorrichtung zur Einschaltung dieser drei Farbgläser kann an jedem Photometer angebracht werden. Mit diesem kann dann die Farbe künstlicher Lichtquellen, ebenso aber auch die Farbe durchsichtiger Körper gemessen werden. Die Farben undurchsichtiger Körper sind dagegen in dieser Weise nur schwer zu bestimmen, weil die von ihnen reflektierte Lichtmenge ohne Anwendung besonderer Hilfsmittel viel zu gering ist. Um das Meßverfahren für die Körperfarben zum allgemeinen Gebrauch verwendbar zu machen, mußte erst ein besonderer Farbenmeßapparat ausgebildet werden, dessen Ausführung die Firma *Franz Schmidt & Hänsch* in Berlin übernommen hat. Eine von Herrn Geheimrat *Ostwald* angegebene Meßvorrichtung konnte hierfür zum Teil mit benutzt werden.

Der neue *Farbenmesser* (Fig. 1) besteht aus einem geschlossenen Holzkasten, auf dessen Boden

<sup>1)</sup> Nach einem in der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage.

eine etwa 10 qcm große Probe des zu messenden Körpers (Stoff, Papier usw.) neben eine weiße Vergleichsplatte von ungefähr derselben Größe gelegt wird. Als Vergleichsplatte kann man mattweißes Zeichenpapier benutzen. Der zu messende Körper und die Vergleichsplatte werden durch einen senkrecht darüber befindlichen Photometerkopf betrachtet, in welchem kleine halbkreisförmige Ausschnitte von beiden mit Hilfe einer Prismenkombination unmittelbar nebeneinander erscheinen und leicht auf gleiche Helligkeit geprüft werden können. In dem Okular des Photometerkopfs ist eine Revolverscheibe mit einem roten, grünen und blauen Farbglas und einer vierten Öffnung ohne Glasscheibe vorgesehen. (Vgl. „Die Naturwissenschaften“ 1914, S. 85, Fig. 1.) Durch Drehen dieser Scheibe werden die drei Farbgläser der Reihe nach vor die Beobachtungsöffnung des

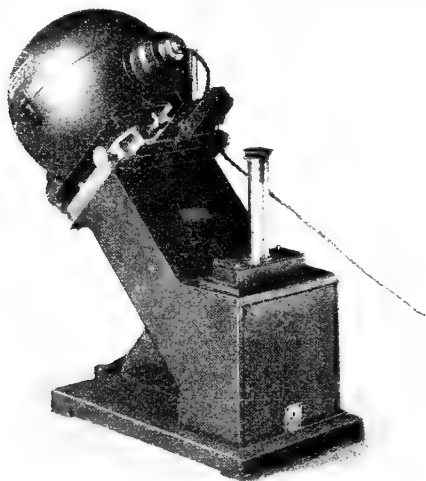


Fig. 1. Ansicht des Farbenmessers (ca.  $\frac{1}{6}$  der natürlichen Größe).

Photometerkopfs gebracht und so die Einstellung auf gleiche Helligkeit der Vergleichsfelder im roten, grünen und blauen Licht ausgeführt. Bei Benutzung der vierten unverglaskten Öffnung kann auch im natürlichen, ungefärbten Licht gemessen werden. Als Farbgläser dienen Normalgläser von stets genau übereinstimmender Färbung und Dicke.

Die beiden zu beobachtenden Felder werden gemeinsam entweder durch Tageslicht oder indirekt durch das Licht von kleinen Glühlampen beleuchtet; diese sind in einem innen mattweißen viereckigen Kasten oder in einer Kugel untergebracht, die unmittelbar auf den Apparat gesetzt werden kann. Wenn ein ungehinderter Ausblick auf den freien Himmel zur Verfügung steht, genügt das Tageslicht zur Messung; bei künstlichem Licht sind nur ungefähr 50 Kerzen erforderlich. Schwankungen in der Lichtstärke und Lichtfarbe beeinflussen die Messung nicht, da beide Vergleichsfelder stets von derselben Lichtquelle beleuchtet werden. Nach dem zu messenden Körper gelangt das ihn beleuchtende

Licht durch eine Öffnung von unveränderlicher Größe, während die danebenliegende Öffnung für die Beleuchtung der Vergleichsplatte veränderlich ist. Mittels Zahnstange und Trieb kann sie auf verschiedene Öffnungsweiten beliebig eingestellt und ihre Stellung an einer Skala mit Nonius abgelesen werden. Die Beleuchtung der weißen Vergleichsplatte ist der abgelesenen Öffnungsweite des Spaltes direkt proportional. Bei der Messung wird der Spalt so weit eingestellt, daß die beiden Vergleichsfelder gleich stark beleuchtet sind und im Photometerkopf gleich hell erscheinen.

Führt man den Vergleich eines farbigen Körpers, z. B. eines roten Stoffes mit der weißen Vergleichsplatte ohne Farbglas im Okular aus, so sieht man im Photometerkopf ein weißes und ein rotes Vergleichsfeld nebeneinander und die Einstellung auf gleiche Beleuchtung beider Felder ist recht schwierig. Werden dagegen der Reihe nach das rote, grüne und blaue Glas vor die Okularöffnung geschaltet, so verschwindet der Farbenkontrast ganz oder nahezu und die Messung ist leicht auszuführen. Es wird hierbei festgestellt, welche Beleuchtung die weiße Vergleichsplatte erhalten muß, damit sie ebenso viel rotes, grünes und blaues Licht reflektiert, wie der zu messende Körper. Die drei erhaltenen Zahlen geben ein Maß für die Reflexionsfähigkeit des untersuchten Stoffes für rotes, grünes und blaues Licht. Dieselben müssen nunmehr noch auf die Reflexionsfähigkeit eines Normalkörpers bezogen werden. Hierfür wählt man zweckmäßig eine ebene Metallplatte mit einem Magnesianiederschlag, der in einfachster Weise durch Verbrennen von Magnesiaband erhalten werden kann. Die Farbe dieses Niederschlages ist ein sehr reines und jederzeit leicht reproduzierbares Weiß. Man legt diese Normalplatte an die Stelle des zu messenden Körpers und bestimmt hierfür durch Einstellen auf gleiche Helligkeit mit der Vergleichsplatte die Skalenwerte für Rot, Grün und Blau. Diese drei Werte nimmt man als 100 % an und bezieht hierauf alle weiteren Messungen von Körperfarben. Die Messung mit der Normalplatte braucht man natürlich nicht jedesmal wieder vorzunehmen, sondern es genügt, sie von Zeit zu Zeit zu kontrollieren. Auf diese Weise erhält man die Reflexionsfähigkeit der zu messenden Körperfarben auf Magnesia als 100 % bezogen. Für absolute Messungen der Reflexionsfähigkeit ist das tatsächliche Reflexionsvermögen der Magnesia einzusetzen, das durchschnittlich ungefähr 85 % der Reflexionsfähigkeit eines vollkommen weißen (100 % des auffallenden Lichtes reflektierenden) Körpers beträgt. Hiervon kann man jedoch für den praktischen Gebrauch absehen und sich mit den auf Magnesia bezogenen Relativwerten begnügen. Die Skala des Farbenmessers kann auch schon so eingeteilt werden, daß man bei Benutzung der Magnesia-Normalplatte gerade den Wert 100 erhält; man kann dann die Reflexionsfähigkeit unmittelbar an der Skala ablesen.

Ganz ähnlich vollzieht sich die Messung von

durchsichtigen Körpern, wie farbigen Gläsern, Flüssigkeiten usw., mit dem Farbenmesser. Hierbei benutzt man auf dem Boden des Apparats zwei gleiche Platten des mattweißen Zeichenpapiers, und die zu messende Glasscheibe oder Flüssigkeitsküvette mit genau abgemessenem Inhalt wird in eine hierfür vorgesehene Öffnung unter derjenigen Seite des Photometerkopfs geschoben, welche ihr Licht von der unveränderlichen Spaltöffnung empfängt. Dieses Licht muß dann vollständig durch den zu messenden Körper hindurchgehen und man erhält bei der Messung die Werte der Durchlässigkeit für rotes, grünes und blaues Licht. Nach Entfernen des zu messenden Körpers werden die drei Messungen wiederholt. Die hierbei erhaltenen Werte werden als 100 % Durchlässigkeit angenommen und hierauf die bei der Messung des durchsichtigen Körpers erhaltenen Ablesungen bezogen. Bei der Messung von Flüssigkeiten kann man auch die Durchlässigkeit auf diejenige des reinen Wassers beziehen und die hiermit erhaltenen Werte als 100 % annehmen.

Tabelle 1. Ergebnisse der Messung von Papierproben im Farbenmesser.

Art der Farbe	Reflexionsfähigkeit (Magnesia = 100 %)		
	Rot %	Grün %	Blau %
Rot . . . . .	67	11	5,5
Orange . . . . .	70	21,5	5,5
Gelb . . . . .	75	73	27
Grün . . . . .	19	56	37
Blaugrün . . . . .	33	46	57
Blau . . . . .	11	23	49
Violett . . . . .	49	23	44
Braun . . . . .	55	41	31
Grau . . . . .	55	51	48

Die vorstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Messung verschieden gefärbter Papierproben. Sie enthält die Werte der Reflexionsfähigkeit für Rot, Grün und Blau, wobei die für die Magnesia-Vergleichsplatte erhaltenen Werte zu 100 % angenommen wurden. Für die roten, grünen und blauen Farbtöne wird der größte Wert der Reflexionsfähigkeit naturgemäß in Rot, Grün und Blau erhalten, in den beiden anderen Farben dagegen wesentlich kleinere Zahlen. Gelb enthält annähernd gleich viel Rot und Grün, dagegen nur wenig Blau, bei Blaugrün sind die Werte für Grün und Blau von gleicher Größenordnung und die für Rot wesentlich niedriger, während bei der violetten Farbe Rot und Blau ungefähr übereinstimmen und Grün niedriger ausfällt. Bei Braun überwiegt der Gehalt an Rot; Grau zeigt dagegen in allen drei Farben annähernd gleich große Werte.

Wie diese Ergebnisse zeigen, werden bei stark voneinander abweichenden Farben auch entsprechend verschiedene Zahlenwerte erhalten, was

als Haupterfordernis für einen brauchbaren Farbenmesser zu gelten hat. Andererseits kommen auch schon ganz geringe Farbenunterschiede, die mit bloßem Auge kaum mehr erkennbar sind, bei der Messung mit dem Farbenmesser deutlich zum Ausdruck, und zwar erkennt man hieraus nicht nur, daß ein Unterschied vorhanden ist, sondern auch, welche Farbe zu stark vorherrscht und welche zurücktritt. Die Meßgenauigkeit des Farbenmessers ist etwa 2 %; auch bei ungeübten und selbst bei farbenblinden Beobachtern halten sich die Ablesungen meist innerhalb dieser Grenze.

Fragt man danach, wieviel verschiedene Farben mit dem Farbenmesser festgestellt werden können, so kommt dies natürlich darauf an, bei welchem Unterschied man die Farben noch als verschieden ansieht. Nimmt man an, daß nur solche Farben als verschieden zu bezeichnen sind, welche in Rot, Grün oder Blau um mindestens 5 % voneinander abweichen, so sind für Rot, Grün und Blau zwischen 0 und 100 % je 20 verschiedene Werte möglich. Insgesamt ergeben sich also 20<sup>3</sup> verschiedene Ablesungsmöglichkeiten oder 8000 verschiedene Farben.

Die Ablesung in den drei Farben Rot, Grün und Blau ist nicht in allen Fällen notwendig. Man kann sich häufig auch mit der Ablesung von zwei, gelegentlich auch mit nur einer Farbe begnügen, besonders wenn es sich um die häufig zu wiederholende Messung von Farben handelt, die nur in ihrer Helligkeit und nicht in ihrem Ton voneinander verschieden sind. Man sucht sich dann von den drei Farben Rot, Grün und Blau zwei oder nur eine aus, bei welcher die Änderungen besonders auffallend hervortreten, und beschränkt die anzustellenden Messungen auf diese Farbe. In dieser Weise kann man bei der Messung von Farblösungen verschieden starker Konzentrationen und bei der Messung photographischer Papiere verfahren.

Das Anwendungsgebiet des Farbenmessers ist ein sehr umfangreiches. In erster Reihe dürfte er für die Farbenchemie und Färberei von Nutzen sein, der bisher kein einfaches Instrument zur exakten Farbenmessung zur Verfügung stand. Auch die Textil- und Papierindustrie wird sich der Farbenmessung für ihre Erzeugnisse mit Vorteil bedienen können. Ein weiteres Anwendungsgebiet findet er bei der Messung farbiger Gläser, sei es nun in den Fabriken oder bei den Verbrauchsstellen, beispielsweise zur Prüfung der für Signalzwecke im Eisenbahn- und Schiffsverkehr gebrauchten Farblösungen. In der photographischen Technik wird der Farbenmesser zur Prüfung der Färbung sowohl von Platten, wie auch von photographischen Papieren, besonders auch für die Farbenphotographie von Nutzen sein. Für medizinisch-diagnostische Zwecke läßt sich mit dem Farbenmesser in einfacher und präziser Weise die Farbe des Blutes und anderer Flüssigkeiten bestimmen.

Bei der Verwertung der mit dem Farbenmesser

erhaltenen Messungsergebnisse wird man häufig den Wunsch haben, diese auch in einer graphischen Darstellung vorführen zu können, etwa wie in dem oben erwähnten Aufsätze die Farbe der künstlichen Lichtquellen graphisch dargestellt wurde. Eine einfache Übernahme dieser Art der Darstellung für die Messung der Körperfarben ist jedoch nicht möglich. Denn die Farbe der künstlichen Lichtquellen läßt sich eindeutig durch zwei Zahlenwerte, das Verhältnis von Rot zu Grün und von Blau zu Grün, ausdrücken und hierfür kann man ohne weiteres eine Darstellung in der Ebene benutzen, sei es nun im rechtwinkligen Koordinatensystem oder mittels des Farbendreiecks. Die Messung der Körperfarben hat uns dagegen drei Zahlenwerte ergeben, nämlich die Durchlässigkeit oder die Reflexionsfähigkeit für rotes, grünes und blaues Licht. Man könnte nun

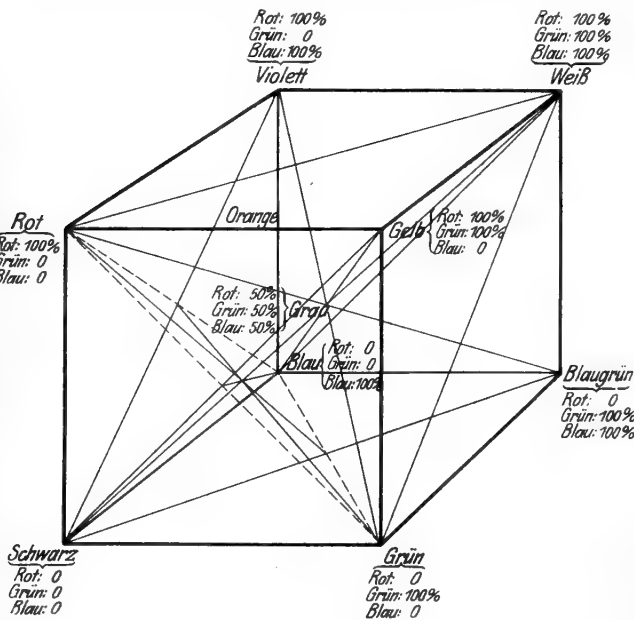


Fig. 2. Farbenwürfel.

zwar auch hier die Verhältnisswerte von Rot zu Grün und von Blau zu Grün bilden, jedoch würden diese beiden Werte die Farbe nicht mehr vollkommen eindeutig charakterisieren. Vielmehr können zwei ganz verschiedene Farben, z. B. ein helles Rot und ein dunkles Rot dieselben Verhältnisswerte von Rot zu Grün aufweisen.

Da wir es hier mit drei voneinander unabhängigen Zahlen zu tun haben, kommen wir mit der Darstellung in der Ebene nicht mehr aus, sondern müssen zur Darstellung im räumlichen Koordinatensystem übergehen und die drei Werte für Rot, Grün und Blau auf drei zueinander senkrechten Koordinatenachsen auftragen. Da nur Werte bis zu 100 % in Betracht kommen können, ist die Ausdehnung des Koordinatensystems auf diese Länge der drei Achsen beschränkt und alle aufzutragenden Werte fallen innerhalb eines Würfels von der Seitenlänge 100, für den die drei Koordinaten-

achsen drei zusammenstoßende Kanten sind (Fig. 2). In diesem *Farbenwürfel* findet jede nur mögliche Farbe ihren Platz und zwei irgendwie verschiedene Farben müssen stets zwei verschiedene Plätze erhalten. Die nur aus einer oder zwei Grundfarben zusammengesetzten Farben liegen auf den drei Koordinatenachsen und den von ihnen begrenzten Würfelflächen. Der Linienzug, der diese drei Würfelflächen auf ihrer anderen Seite umgrenzt, ist der Ort für die reinen Spektralfarben.

In der den Anfangspunkt des Koordinatensystems bildenden Würfecke liegt das absolute Schwarz, in der gegenüber liegenden Würfecke das absolute Weiß, das 100 % Reflexionsfähigkeit für Rot, Grün und Blau besitzt. Für durchsichtige Körper bezeichnen diese beiden Ecken die vollkommene Undurchsichtigkeit bzw. vollkommene Durchsichtigkeit. Auf der Verbindungslinie dieser beiden Würfecken liegen die grauen Farbtöne, im Mittelpunkt des Würfels das Grau, welches in allen drei Farben 50 % durchläßt oder reflektiert. Das Maxwellsche Farbendreieck kommt in dieser Darstellung als Verbindungslinie der Würfecken Rot, Grün und Blau zum Ausdruck und ist in Fig. 2 gestrichelt eingezeichnet.

Die Eintragung der Ergebnisse der Farbenmessung in den Farbenwürfel zeigt Fig. 3 für drei verschiedene Farben A, B und C. Der für Rot erhaltene Wert wird längs der Koordinatenachse aufgetragen, von dessen Endpunkt aus der Wert für Grün parallel zur Achse Grün und von hier aus dann noch der Wert für Blau parallel zur Achse Blau. Die hier benutzte Art der Aufzeichnung im Farbenwürfel hat nun allerdings den unvermeidlichen Nachteil jeder perspektivischen Darstellung von Körpern in einer Ebene, daß die gegenseitige Lage verschiedener Punkte nicht deutlich erkennbar ist; zwei Punkte können in dieser Darstellung zusammenfallen und im Raume doch weit voneinander entfernt sein, wie z. B. die scheinbaren Schnittpunkte der vorderen und hinteren Würfelfkanten. Um diesem Mangel abzuweichen und die Eintragung der Messungsergebnisse noch einfacher zu gestalten, kann man zur *Darstellung in zwei Projektionen* übergehen und den Grundriß und Aufriß des Würfels hierzu benutzen. Dann erhält man für jede Farbe einen Punkt im Grundriß und einen zugehörigen Punkt im Aufriß, und diese beiden Punkte zusammen kennzeichnen eindeutig die Lage der Farbe im Farbenwürfel. Diese Art der Darstellung eignet sich besonders zur Eintragung von ganzen Kurvenzügen, wie man sie z. B. bei der Mischung von zwei Farben in verschiedenen Mischungsverhältnissen oder bei der Untersuchung der Änderung einer Farbe unter bestimmten Einflüssen, z. B. Licht oder Wärme, erhält. So zeigt Fig. 4 die Ergebnisse, die bei der Mischung von zwei verdünnten Lösungen von roter und blauer Anilinfarbe erhalten wurden. Die Anfangs- und End-

punkte der Kurven stellen die Werte für die unvermischte rote bzw. blaue Lösung dar, während die dazwischenliegenden Punkte verschiedenen Mischungsverhältnissen beider Lösungen entsprechen. Bei der Darstellung in Fig. 3 würde diese Kurve nur stark verzerrt und verkürzt zum Ausdruck gekommen sein.

Der Farbenmesser kann auch zur Messung der Farbe von Körpern benutzt werden, welche in verschiedenen Richtungen verschiedene Farbe zeigen, wie z. B. Seidengewebe und besonders sogenannte Changeantgewebe. Je nach der Stellung, in welcher man die Proben dieser Stoffe in den Farbenmesser einlegt, erhält man verschiedene Messungsergebnisse. Für die genaue Untersuchung derartiger Stoffe kann in dem Farbenmesser eine einfache Drehvorrichtung mit Kreisteilung angebracht und so die Aufnahme von Farbenkurven ermöglicht werden, welche das Aussehen dieser

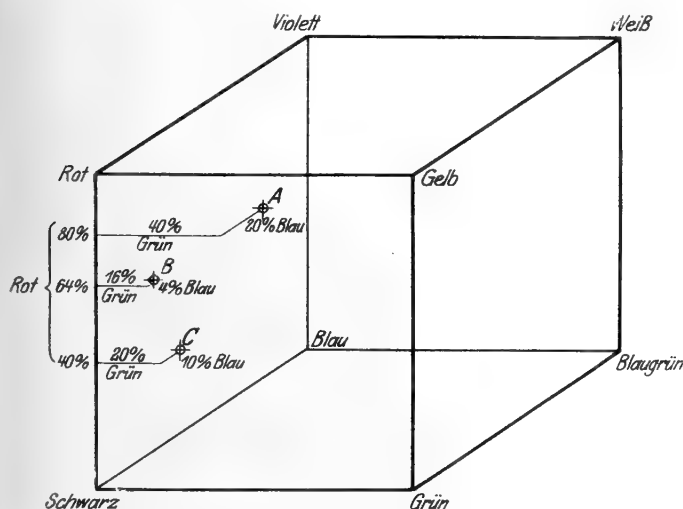


Fig. 3. Graphische Darstellung der Messungsergebnisse im Farbenwürfel.

Stoffe in verschiedenen Richtungen sehr anschaulich zur Darstellung bringen. (Näheres hierüber siehe *Journal für Gasbeleuchtung* 1915, Nr. 44, S. 125.)

Bei unseren bisherigen Erörterungen haben wir stets vorausgesetzt, daß die Farbe eines Körpers eine eindeutig bestimmte Eigenschaft ist. Dem widerspricht allerdings scheinbar die Tatsache, daß ein farbiger Körper ganz verschieden aussieht, je nachdem man ihn bei Tageslicht oder bei künstlicher Beleuchtung, z. B. beim Licht einer Petroleumlampe, betrachtet. Ganz besonders starke Veränderungen zeigen die Körperfarben, wenn sie von ausgesprochen einfarbigem Licht, wie z. B. vom grünen Licht einer Quecksilberlampe oder vom gelben Licht einer Natriumflamme beleuchtet werden. Um diesen scheinbaren Widerspruch aufzuklären, müssen wir zwischen dem objektiven Charakter einer Farbe und ihrem subjektiven Aussehen unterscheiden. Der Charakter einer Farbe ist durch ihre Durchlässigkeit oder Reflexionsfähigkeit für Licht verschiedener Farben-

töne gekennzeichnet, und hiermit haben wir uns in unseren bisherigen Betrachtungen befaßt. Der Charakter der Farbe ist ganz unabhängig von der Art des Lichts, welches durch den Körper hindurchgeht oder von ihm reflektiert wird. Unserem Auge kommt dagegen die Farbe des Körpers erst durch das hindurchgelassene oder reflektierte Licht zum Bewußtsein, und je nach der Veränderung, welche die Farbe dieses Lichts erfährt, beurteilen und bezeichnen wir die Farbe des Körpers. Wir haben es also bei dem subjektiven Aussehen der Farbe streng genommen nicht mehr

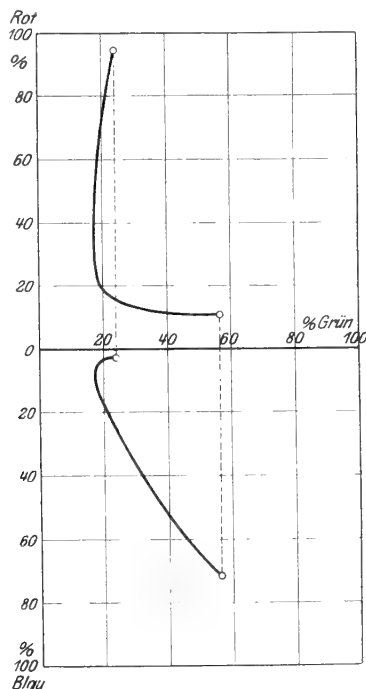


Fig. 4. Graphische Darstellung der Messungsergebnisse in zwei Projektionen.

mit Körperfarben, sondern nur noch mit Lichtfarben zu tun, und zwar mit der durch die Färbung des Körpers veränderten Lichtfarbe.

Mit der oben durchgeführten Kennzeichnung des objektiven Charakters der Körperfarben sind wir auch in der Lage, das subjektive Aussehen der Farben zu definieren, wenn wir die in dem Aufsatz über die Farbe der künstlichen Lichtquellen („Naturwissenschaften“ 1914, S. 85, Heft 4) erörterte Kennzeichnung der Lichtfarbe zu Hilfe nehmen. Ein farbiger Körper von der Durchlässigkeit  $r$ ,  $g$  und  $b$  % für rotes, grünes und blaues Licht werde von einer Lichtquelle beleuchtet, deren Farbenmessung  $R$  Kerzen rotes,  $G$  Kerzen grünes und  $B$  Kerzen blaues Licht ergeben hat; die Farbe dieser Lichtquellen wird dann durch die beiden Zahlenwerte

$$\text{Rot/Grün} = 100 \cdot \frac{R}{G} = m \%$$

und

$$\text{Blau/Grün} = 100 \cdot \frac{B}{G} = n \%$$



dargestellt. Der Körper läßt dann  $R \cdot \frac{r}{100}$   
 Kerzen rotes,  $G \cdot \frac{g}{100}$  Kerzen grünes und  $B \cdot \frac{b}{100}$   
 Kerzen blaues Licht durch, und die Farbe dieses durchgelassenen Lichtes wird durch die beiden Verhältniszahlen

$$\text{Rot/Grün} = 100 \cdot \frac{R \cdot r}{G \cdot g} = m \cdot \frac{r}{g} \%$$

$$\text{und Blau/Grün} = 100 \cdot \frac{B \cdot b}{G \cdot g} = n \cdot \frac{b}{g} \%$$

gekennzeichnet.

Ein Beispiel möge dies näher erläutern:

Eine rote Glasscheibe lasse 75 % rotes, 30 % grünes und 18 % blaues Licht durch. Wird sie vom Tageslicht beleuchtet, dessen Farbe Rot/Grün = 100 % und Blau/Grün = 100 % ist, so hat das durchgegangene Licht die Farbe

$$\text{Rot/Grün} = 100 \cdot \frac{75}{30} = 250 \%$$

$$\text{und Blau/Grün} = 100 \cdot \frac{18}{30} = 60 \%$$

Geht dagegen Gasglühlicht von der Lichtfarbe Rot/Grün = 200 % und Blau/Grün = 50 % durch die Glasscheibe hindurch, so wird die Farbe des durchgegangenen Lichts

$$\text{Rot/Grün} = 200 \cdot \frac{75}{30} = 500 \%$$

$$\text{und Blau/Grün} = 50 \cdot \frac{18}{30} = 30 \%$$

Wählt man gar das Licht einer Quarz-Quecksilberlampe mit der Farbe Rot/Grün = 20 % und Blau/Grün = 30 % zur Beleuchtung der roten Glasscheibe, so erhält man für das durchgelassene Licht die Farbe

$$\text{Rot/Grün} = 20 \cdot \frac{75}{30} = 50 \%$$

$$\text{und Blau/Grün} = 30 \cdot \frac{18}{30} = 18 \%$$

In diesem Falle sieht die tatsächlich rote Glasscheibe überhaupt nicht mehr rot aus, sondern grün, da das durchgelassene grüne Licht doppelt so stark wie das rote Licht ist.

Entsprechende Veränderungen erfährt auch die vollkommen weiße Farbe, wenn man sie in verschiedenfarbigem Licht betrachtet. Beispielsweise wird eine vollkommen weiße, 100 % rotes, grünes und blaues Licht reflektierende Fläche, wenn sie von einer Kohlenfadenglühlampe beleuchtet wird, ein Licht von der Farbe Rot/Grün = 330 % und Blau/Grün = 44 % reflektieren, scheinbar also rot aussehen. Trotzdem sehen wir sie auch noch bei dieser Beleuchtung als weiße Fläche und können sie von einer roten Fläche gut unterscheiden. Dies rührt daher, daß auch die rote Fläche eine entsprechende,

scheinbare Änderung ihrer Farbe erfährt. Andererseits fehlt uns bei ausschließlicher Beleuchtung durch Licht von einer bestimmten Färbung der Vergleichsmaßstab mit dem Tageslicht, und das Auge bezeichnet dann ganz unwillkürlich diejenige Farbe, welche am meisten Licht reflektiert, als Weiß. Mit ihr werden die anderen vorhandenen Farbtöne verglichen und auf diese Weise doch wenigstens annähernd dieselben Ergebnisse erhalten, wie bei Tageslicht. Allerdings arbeitet das Auge hierbei nur unvollkommen und gelangt oft zu unrichtigen Ergebnissen. Der beste Beweis hierfür ist das Bestreben der Färbereien und Modewarengeschäfte, ihre Probierräume mit einer künstlichen Lichtquelle zu beleuchten, welche möglichst dieselbe Lichtfarbe wie das Tageslicht gibt, da sonst immer wieder Irrtümer beim Auswählen der richtigen Farben auftreten.

Die großen Unterschiede im Aussehen der Farben bei Beleuchtung mit Tageslicht und den gebräuchlichen künstlichen Lichtquellen kommen sofort zum Vorschein, wenn benachbarte Flächen farbiger Körper gleichzeitig vom Tageslicht und künstlichem Licht getroffen werden. Beleuchtet man beispielsweise von zwei benachbarten Seitenflächen eines weißen Würfels die eine mit Tageslicht und die andere mit einer Kohlenfadenglühlampe, so sieht letztere Fläche tatsächlich rot aus. Auch der bekannte Versuch mit einer Kerze kann als Beweis hierfür herangezogen werden. Die brennende Kerze wird über einer weißen Papierfläche aufgestellt und beleuchtet ein senkrecht stehendes Lineal, das auf seiner anderen Seite vom Tageslicht beleuchtet wird. Der vom Tageslicht hervorgerufene und nur von der Kerze beleuchtete Schatten des Lineals sieht dann rot aus, während der von der Kerze erzeugte und nur vom Tageslicht getroffene Schatten des Lineals im Gegensatz zu der übrigen von beiden Lichtquellen beleuchteten weißen Papierfläche blau aussieht.

Auch mancherlei Erscheinungen in der Natur lassen uns die großen Veränderungen erkennen, denen das Aussehen der Körperfarben unterworfen ist. Andererseits gibt die hier besprochene Betrachtungsweise ein einfaches Mittel zur Erklärung dieser Erscheinungen an die Hand. Es sei hier nur kurz auf die blaue oder grüne Farbe des in dünnen Schichten farblosen Wassers der Meere, auf die blaue Farbe des wolkenlosen Himmels und dessen rote Färbung bei Sonnenauf- oder -untergang hingewiesen. Durch die Änderungen, welche das natürliche Tageslicht hierbei erfährt, werden auch manche sekundäre, merkwürdige Farbenercheinungen hervorgerufen, wie z. B. das Alpenglühen, wobei die weißen Schneeflächen in roten Farbtönen erscheinen.

Mit meinen Ausführungen hoffe ich gezeigt zu haben, daß die zahlenmäßige Darstellung der Farben keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bereitet. Wenn erst ein einfacher Farbmesser in der Art des hier beschriebenen sich in größerem Maßstabe eingeführt und praktisch bewährt hat,

wird die zahlenmäßige Bezeichnung und Unterscheidung der Farben ohne Zweifel auf manchen Gebieten sich durchführen lassen und nicht zu unterschätzende Vorteile mit sich bringen.

## Über die Entwicklung der *Serradella* auf leichten und schweren Böden und ihren großen wirtschaftlichen Wert mit Berücksichtigung von Impfungen.

Von Dr. B. Heinze, Halle a. d. S.

Der pflanzenkundliche Name der in manchen Gegenden des Deutschen Reiches schon ziemlich lange Zeit regelrecht angebauten *Serradella* ist *Ornithopus sativus*. Man sollte sie auch danach möglichst nur als „großen Vogelfuß“ oder „große Klauenschote“ bezeichnen, wie es früher meist auch geschah. Leider hat sich aber allmählich immer mehr der fremde Name eingebürgert.

Eine bei uns wildwachsende Art (*Ornithopus perpusillus*) dürfte jedenfalls selten anders, als „kleiner Vogelfuß“ oder „kleine Klauenschote“ genannt worden sein. Vor allem dürften die deutschen Bezeichnungen sofort verständlicher sein, als der fremde Name *Serradella*. Im übrigen wird diese wichtige Hülsenfruchtpflanze deshalb „Vogelfuß“ oder „Klauenschote“ genannt, weil die aus den Blütenkelchen herabhängenden Hülsen den Krallen oder Klauen der Vögel außerordentlich ähnlich sehen. Bisweilen wird die Pflanze auch „Krallenklee“ oder „Vogelklee“ und „Vogelkralle“ sowie „Klee des Sandes“ genannt.

Der wildwachsende *Vogelfuß* ist bei uns seit alter Zeit als gute Weidepflanze wohl bekannt. Er ist aber in neuerer Zeit an vielen Orten nur noch sehr spärlich vorhanden und infolge der immer weiter fortgeschrittenen, regelrechten Bebauung von Äckern, Wiesen und Weiden vielfach sogar ganz verschwunden. Häufiger trifft man das kleine Pflänzchen jedenfalls nur noch auf Weideläuzen und in feuchteren Laubwäldern an. Es bleibt im allgemeinen sehr klein und erhebt sich kaum merklich über den Boden. Meist kriecht es dicht am Boden hin, und nur unter besonderen Entwicklungsbedingungen<sup>1)</sup>, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, kann man die Pflanze auch zu einem mehr aufrechten Stande heranziehen. Der kleine *Vogelfuß* ist an seiner schwächeren Bauart und an seinen für gewöhnlich rötlichbunt gefärbten Hülsen leicht erkennbar. Als Weidepflanze wird er besonders von den Schafen sehr gern genommen. Man trifft ihn meist auf grobsandigen und lehmig-sandigen Böden an, die genügend feucht sind. Mehr noch liebt er einen etwas feuchteren Boden, wo er freilich unter Umständen von anderen, schnellwüchsigen Pflanzen leicht vollständig unterdrückt werden

kann. Er gedeiht auch ganz gut auf moorigen und anmoorigen Böden, ja er wächst unter besonderen Bedingungen (bei ausreichender Zufuhr von Kalk,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , usw.) sogar auf rohem Moorboden ganz vorzüglich. Nach den bisher angestellten Versuchen scheint der kleine *Vogelfuß* zum regelrechten Anbau wenig oder nicht geeignet zu sein. Nach neueren Beobachtungen des Verf. bildet diese wildwachsende Hülsenfruchtpflanze auf schwereren Böden und besonders auf moorigen Böden außerordentlich reichlich Knöllchen: Sie bildet hier auch meist ein sehr kräftiges Wurzelwerk aus. Nach den Angaben in Fachbüchern und Fachschriften, soweit sie dem Verf. bisher bekannt geworden sind, scheint übrigens gerade beim wilden *Vogelfuß* zum ersten Male die überaus wichtige Knöllchenbildung der Hülsenfruchtpflanzen beobachtet bzw. näher beschrieben worden zu sein, und zwar gegen Ende des 16. Jahrhunderts<sup>1)</sup>. Überall wird freilich nur von winzig kleinen Knöllchenbildungen gesprochen. Im Gegensatz dazu konnte Verf. auch bei der wilden Klauenschote auf schwereren Böden und in Moorböden neben sehr vielen kleinen, meist runden Knöllchen auffallend viel große, verzweigte, oft korallenartig geformte Knöllchen beobachten, sobald man nämlich eine besondere Impfung vorgenommen hatte und die Pflanzen in Töpfen bei guter Durchlüftung des Bodens heranzuziehen suchte. — Für die ganze Frage der Knöllchenbildung bei Leguminosen sind alsdann die Beobachtungen des Verf. nicht unwichtig, nach denen der wilde *Vogelfuß* auch in ganz rohem (unbearbeitetem und unbebautem) Moorboden ohne jede Impfung Knöllchen bildet, und zwar keineswegs vereinzelt, sondern auffallend zahlreich. Die Farbe der Blätter blieb freilich zunächst noch gelbgrün. Erst durch eine Impfung erhielt man schön dunkelgrüne, üppigere Pflanzen mit noch reichlicherer Knöllchenbildung, als sie ungeimpfte Pflanzen zeigten: Ebenso durch geringe N-Gabe.

Von dieser hier kurz besprochenen, wilden *Vogelfuß*art oder *Klauenschoten*art stammt nun aber keineswegs auch die bei uns in Deutschland regelrecht angebaute *Klauenschote* ab. Diese stammt von einer höher heranwachsenden Art, die auf der pyrenäischen Halbinsel heimisch ist; sie wird dort viel angebaut und kommt in Spanien, Portugal, Nordafrika auch wild vor (neben einigen anderen wilden Arten). Sie wurde in Spanien, Portugal, Frankreich, vereinzelt auch in England jedenfalls schon viel länger als bei uns angebaut. Der fremde Name *Serradella* wird in neuerer Zeit auch in Deutschland vorwiegend gebraucht. Nach *Blomeyer* darf dieser Name jedoch keineswegs

<sup>1)</sup> Nach einer Mitteilung (in *Dalechamps* „*Historia generalis plantarum*“, Lugduni (Lyon), 1587, S. 486), die sich im *Centralblatt für Agrikulturchemie* 1891, Bd. 20, S. 854, wiedergegeben findet. (Hinweis der Schriftleitung auf die betreffenden Bemerkungen von Prof. Dr. Körnicke in dessen pflanzenengeschichtlichen Forschungen.)

<sup>1)</sup> Besonders bei geeigneter Beschattung und guter Durchlüftung des Standortes.

von Serra da Estrella, wie v. König (in einer besonderen Schrift „Die Serradella, der Klee des Sandes“) annehmen zu dürfen glaubt, abgeleitet werden; ferner soll man den Namen Serradella nach Blomeyer auch nicht von dem französischen *serre*, die Klaue oder Kralle ableiten (was wohl angängig wäre), sondern von dem spanischen *serrar*, sägen, *serado*, gesägt, gezähnt. Ja, es gibt sogar den spanischen Namen *Serradilla*, Sägekraut. Das ist nach Blomeyer unsere jetzt weit verbreitete Nutzpflanze. Wie von ihm hinzugefügt wird, gibt es vielleicht ebenso wie die Pflanze so auch das Wort im Portugiesischen, wo es dann freilich *Serradella* oder *Serradillo* heißen müßte. Zu uns ist die Pflanze dann erst auf Umwegen, wahrscheinlich über Frankreich oder Belgien, gekommen.

Die auch in Deutschland jetzt vielfach angebaute Serradella wird übrigens in einzelnen Gegenden mit einer gewissen Vorliebe noch als „Klee des Sandes“ bezeichnet. Ihr Anbau ist seit einigen Jahrzehnten jedenfalls auch bei uns schon recht weit verbreitet. Nach früheren, ergebnislosen Versuchen ist sie wahrscheinlich erst seit wenig mehr als 50 Jahren aus Südwesteuropa — auf dem erwähnten Umwege — bei uns wieder eingeführt worden. Die Serradella ist dann aber ziemlich schnell in weiten Gebieten des Reiches heimisch geworden und hat jetzt in manchen Gegenden sogar eine überaus große, früher ganz ungeahnte Bedeutung erlangt.

Neben der Feig- oder Wolfsbohne (*Lupine*) hat gerade die Serradella jedenfalls mit den hervorragendsten Platz unter den neueren Nutzpflanzen gewonnen; vor allem ist ihre Entwicklung auch auf schwereren und selbst auf schwersten Böden oft eine ganz vorzügliche: Nach den sehr umfangreichen, eigenen Untersuchungen des Verf., wie auch nach mancherlei Versuchen und Beobachtungen anderer Versuchsansteller, nimmt die Serradella (ebenso wie die *Lupine*) keineswegs irgendwie eine Ausnahmestellung in bezug auf die leichteren, sandigen Böden ein, wie dies in landwirtschaftlichen Lehrbüchern früher behauptet wurde und auch gegenwärtig in den Fachschriften vielfach noch betont wird. Die Entwicklung der Serradella ist vielmehr auf manchen schweren Böden oftmals schon eine derartig üppige gewesen, wie sie auf den für sie geeignetsten Sandböden noch nirgends beobachtet wurde.

Nachdem der Verf. früher an anderem Orte schon wiederholt Näheres über die Entwicklung des Krallenklee, besonders auf Lauchstedter und auf anderen schweren Böden berichtet hatte, wurde neuerdings verschiedentlich zunächst noch einiges über die allgemeine und besondere Entwicklung dieser Pflanze nachgetragen. Vor allem aber wurde auch einmal der große Anbauwert und wirtschaftliche Wert dieser wichtigen Stickstoff sammelnden Hülsenfrucht als „Gründungspflanze“ und als „Futterpflanze“ auf beiderlei Bodenarten einer besonderen Be-

sprechung unterzogen. Im folgenden möge ein kurzer Auszug aus allen bisherigen größeren und kleineren Mitteilungen<sup>1)</sup> wiedergegeben sein.

Das Aussehen der Serradella ist zwar im allgemeinen nicht näher bekannt — d. h. wenn man von Pflanzenforschern, Landwirten und Lehrern absieht —; es kann aber im Rahmen eines kurzen zusammenfassenden Berichtes natürlich nicht ausführlicher besprochen werden. Daher mag hier in aller Kürze nur an einige besondere Dinge ihres Baues erinnert sein: Die meist aufstrebenden Stengel mit ihren zahlreichen, unpaarigen Fiederblättchen neigen später bei üppigerem Wachstum der Pflanzen sehr zum Lagern. Sie kriechen oft (zumal bei einem nicht geschlossenen Stande) weit am Boden hin. Stengel und Blättchen sind ziemlich stark behaart. Nach allen älteren Angaben soll die Serradella nur etwa 20 bis 60 cm lang werden. Nach neueren Beobachtungen von uns und anderen erreicht sie jedoch oft eine Höhe von 150 cm und mehr und in Lauchstedt konnte Verf. schon wiederholt zwei Schnitte von 1 m und darüber nehmen lassen. Auch mag besonders betont sein, daß die Farbe bei fehlender oder mangelhafter Knöllchenbildung und schlechter Entwicklung hell, gelbgrün, bei reichlicher Knöllchenbildung und freudigem Wachstum jedoch schön dunkelgrün ist. Die Blüten haben eine blasse rötliche Farbe; vor allem aber blüht die Serradella lange Zeit hindurch, bis in den Spätherbst hinein in schöner, reicher Blüte. Die geschnäbelten, 4—5gliedrigen Samenhülsen sitzen zu 2 bis 3 an dünnen Stielen. Die Serradella reift sehr ungleichmäßig. Ihr ausgereifter Same ist mausgrau oder bräunlichgrün. Eine Selbstbefruchtung ist möglich, indessen erfolgt wohl meist Fremdbefruchtung. Das reichliche Wurzelwerk ist weißlich, mit sehr zahlreichen, rötlich gefärbten Knöllchen besetzt, und zwar meist in Form von kleinen Kügelchen, die den Wurzeln seitlich ansitzen, vielfach aber auch in Form von korallenartig verzweigten, auffallend großen Knöllchen. Die Hauptwurzel bleibt wie eine Art Pfahlwurzel vorherrschend und entsendet viele Nebenwurzeln. Die erste ist leicht ablenkbar und

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu u. a. besonders die Arbeiten des Verfassers in den *Jahresberichten für angewandte Botanik* (Berlin, Gebr. Bornträger, 1907: „Neuere Beobachtungen beim Anbau von Serradella und Lupine auf schwerem Boden“ (S. 161—199); 1910: „Über die Mitwirkung und den praktischen Wert der Mikroorganismen bei der Stickstoffversorgung des Bodens und der Pflanzen“ (S. 29—78); 1913: „Einige weitere Beiträge zur Kultur der Leguminosen mit besonderer Berücksichtigung der Stickstoffernährung“ (S. 75 bis 114). Ferner auch *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 1910, Ergbd. III, 6. unter bodenbakteriologischen Untersuchungen 3: „Versuche über Knöllchenorganismen und Leguminosen“ bzw. ebenda im *Lauchstedter Jahresbericht*: „Über den Anbau von Serradella und Lupine auf schwerem Boden“. Verschiedene Aufsätze des Verf. über den Anbau und die Entwicklung des Krallenklee finden sich u. a. auch in den *Landwirtschaftlichen Mitteilungen für die Provinz Sachsen* 1908—1913 bzw. in der *Proskauer Obstbauzeitung*.

bildet zuweilen auch einige stärkere Seitenwurzeln aus, die sie an Dicke nahezu erreichen.

Die Entwicklung der Serradella erfolgt anfangs sehr langsam. In den ersten 7—8 Wochen, bei trockenem Wetter noch länger, ist keine nennenswerte Entwicklung zu sehen; die erste Entwicklung ist jedenfalls auffallend kümmerlich, dann aber geht sie schnell und kräftig weiter. Die Lebensdauer wurde bisher meist viel zu niedrig angegeben. Sehr wichtig ist in züchterischer und wirtschaftlicher Hinsicht die Tatsache, daß die Serradella sehr wenig frostempfindlich ist und den Herbstfrösten z. B. viel besser als Stoppelklee zu widerstehen vermag. Auch die junge, im zeitigen Frühjahr bestellte Serradella ist nur wenig frostempfindlich. Beachtenswert ist beiläufig, daß junge Serradella (aus dem Spätsommer) selbst bei mangelhafter Schneedecke und starker Kälte zuweilen überwintert und sich auch sehr erfreulich weiterentwickelt. Für den landwirtschaftlichen Betrieb wäre es jedenfalls sehr wichtig, wenn es gelingt, für manche Böden und Gegenden besondere, winterharte Klauenschotenarten zu züchten.

Auf Grund der Ansprüche der Serradella an Boden und Witterung wurde schon erwähnt, daß sie nicht mehr als ausgeprägte Sandbodenpflanze betrachtet werden kann. Auch ist nach neueren Beobachtungen des Verf. und anderer Versuchsansteller ein höherer Kalkgehalt des Bodens oder Kalkungen im allgemeinen nicht im geringsten für ihre Entwicklung ungünstig. Eine auffallende „Kalkfeindlichkeit“, wie man dies häufig hören kann, besteht für Serradella ebensowenig, wie für die Lupine, wenigstens nicht für die schwereren Böden. Ebenso dürften Mergelböden keineswegs so ungeeignet für den Serradellabau sein, wie dies immer hingestellt wird. Lehmige und humose Böden scheinen sich nach allen bisherigen Erfahrungen allerdings besonders gut für den Serradellabau zu eignen. Sehr schöne Erfolge können auch auf manchen Moorböden mit Impfungen — in Form von „Impferden“ oder in Form der bekannten künstlichen Impfstoffe des Handels (s. unten) erzielt werden. Für etwas mehr Feuchtigkeit, als für Lupine gerade noch ausreichend ist, ist die Serradella im allgemeinen sehr dankbar, indessen entwickelt sie sich auch auf recht trockenen Sandböden ganz vorzüglich. Mit Recht führen viele Gemeinden ihren beginnenden Wohlstand auf den erst neuerdings ermöglichten Anbau von Krallenklee zurück, was durch geeignete „Impfungen“ oder auch ohne jede Impfung durch einen wiederholten Anbau auf dem gleichen Feldstücke erreicht werden kann. — und nach manchen Berichten ist es geradezu erstaunlich, was zuweilen selbst auf ärmlichsten Böden, wo kaum etwas Holz, kaum einige Sträucher wachsen wollen, mit geimpftem Krallenklee bzw. durch dessen wiederholten Anbau (also auch ohne jede Impfung, dann aber meist etwas auf Kosten der

Zeit) als Gründungs- und Futterpflanze erzielt werden kann.

Auch im Obst- und Gartenbau (s. obige Fußbemerkung über Serradellaarbeiten und Aufsätze), besonders aber in der Forstwirtschaft<sup>1)</sup> wird seit einigen Jahren die Gründung mit Impfung der Serradella oder von anderen Hülsenfrucht- bzw. Kleepflanzen<sup>2)</sup> sehr erfolgreich in Anwendung gebracht, und zwar nicht nur in jungen Anpflanzungen, sondern auch in etwas älteren Beständen, vor allem dann, wenn es z. B. gilt, Nadelhölzer in ihrem Wachstum zu fördern oder Ödländereien der verschiedensten Art aufzuforsten<sup>3)</sup>. Ein Teil der Pflanzenmassen kann zur Gründung, ein anderer Teil aber auch zur Wild- und sonstigen Fütterung benutzt werden.

Die Mehrerträge zugunsten einer geeigneten Impfung sind meist ganz gewaltige. Die ganze Entwicklung der Serradella hängt allerdings von mancherlei Umständen ab, die z. T. schon erwähnt sind, z. T. aber auch erst noch besprochen werden müssen. Jedenfalls weisen alle bisherigen wissenschaftlichen und Betriebsversuche deutlich genug auf den überaus großen Wert einer Impfung überall dort hin, wo eine solche angebracht ist und sachgemäß ausgeführt wird, wie z. B. besonders beim Auftreten von Pflanzenkrankheiten, etwaigen Bodenmüdigkeitserscheinungen, beim seltenen Anbau der Serradella und bei ihrem Anbau auf Neuland. Was man durch eine geeignete Impfung der Serradella erzielen kann, das kann man aber in vielen Fällen auch ohne jede Impfung — zunächst freilich auf Kosten der Zeit, durch ihren wiederholten Anbau auf Neuland — geradezu erzwingen, und zwar auf der gleichen Fläche, wie oben schon betont wurde. Einige hier auszugsweise wiedergegebene Zahlen für Serradella als Hauptfrucht beweisen dies sehr deutlich. S. Tabelle auf S. 342.

Diese Erscheinung erklärt sich nach unseren bisherigen Kenntnissen in der ganzen Frage u. a. daraus, daß sich auf allen Feldstücken, welche für Serradella als Neuland angesehen werden müssen, die besonderen Erbsen- oder Bohnen- (*Vicia faba*-) Organismen usw. erst allmählich an Serradella mit ihrem stärker sauren Wurzelwerk anpassen müssen und auch anpassen. Ohne weiteres können sich jedoch die knöllchenbildenden

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu die Mitteilungen des Verf. in den *Landw. Mitt. f. d. Provinz Sachsen* 1910, Nr. 51: „Einiges über den Leguminosenbau in seiner Bedeutung für die Forstwirtschaft.“

<sup>2)</sup> In der Forstwirtschaft werden auch knöllchenbildende Nichtleguminosen, wie z. B. Erlen, Sanddorn, Ölweiden, vielfach als Stickstoffsammler (als „Ammen“ für die Holzgewächse) benutzt.

<sup>3)</sup> Vgl. hierzu auch die Mitteilungen des Verf. über „Die besondere Bedeutung einer verstärkten Bodendurchlüftung für Bodenorganismen und Pflanzenbau“ in der Schrift von Oberlandmesser M. Friedersdorff, Prof. Dr. P. Holdefleiss und Dr. B. Heinze: „Über eine neue Methode der Bodendurchlüftung in ihrer wissenschaftlichen und praktischen Bedeutung für die Landwirtschaft“ (Sonderabdruck aus der *Deutschen landw. Presse* 1912, S. 36. Verlag P. Parey, Berlin; Besprochen in dieser Zeitschrift 1913, Nr. 27, S. 653).

Einige Beispiele von Versuchen des Verf. mit Serradella auf schwerem Boden (Lauchstedt).

Entwicklung der Serradella und Ernte		Frisch- Trocken- masse		Stickstoff (N) in % der Trockenmasse		Stickstoff kg für 1 ha	Ohne jede Impfung ähnliche Entwicklung der Serradella beim ersten Anbau
nach verschiedener Vorfrucht:	Knöllchenbildung und Farbe der Serradella	Doppelzentner auf 1 ha		Wurzeln	oberird. Masse		
<b>Nach Senf</b> (1. Anbau)	keine Knöllchen, Farbe: hell, gelbgrün	152 dz	29 dz	1,32 %	1,93 %	52 kg	nach Hackfrucht und Getreide
<b>Nach Pferdebohnen</b> [Vicia faba], (1. Anbau)	keine Knöllchen, Farbe: hell, gelbgrün	226 "	37 "	1,10 "	2,02 "	68 "	nach Erbsen usw.
<b>Nach Serradella</b> (2. Anbau)	allgemein viel Knöllchen, Farbe: tief dunkelgrün	331 "	51 "	3,65 "	2,62 "	134 "¹)	nach Lupinen (einmal)
<b>Nach Serradella</b> (3. Anbau)	allgemein viel Knöllchen, Farbe: tief dunkelgrün	461 "	71 "	3,44 "	3,03 "	217 "¹)	nach Lupinen (zweimal)
<b>Nach Serradella</b> (2. Anbau) (sehr frühzeitig)	allgemein viel Knöllchen, Farbe: tief dunkelgrün zwei Schnitte von 1 m Höhe und eine Weide	756 "	117 "	2,76 "	3,30 "	376 "¹)	nach Lupinen.

Bemerkung: Sämtliche Serradellaflächen wurden ohne irgendeine Impfung der Serradella bebaut.

¹) Ähnliche Entwicklung und Ernten aber auch beim ersten Anbau mit Impfungen („Impferden“ oder mit künstlichen „Impfstoffen“): Noch weit größere Unterschiede zwischen geimpfter und ungeimpfter Serradella sind meist auf stickstoffarmen (N) Böden vorhanden; in ähnlicher Weise auch größere Unterschiede zwischen ungeimpfter Serradella 1. Anbau und 2. Anbau bzw. dessen 1. und 3. Anbau auf N-armen Böden.

den Mikroben der Lupine und der Serradella vertreten, da deren Wurzeln annähernd gleichen Säuregehalt haben. Infolgedessen entwickelt sich Serradella beim ersten Anbau nach Lupinen ebenso üppig, als wenn sie auf dem betreffenden Stücke schon wiederholt angebaut worden wäre. Nach unseren bisherigen mannigfachen Versuchen muß daher (im Gegensatz zu Hiltners neuerer Ansicht, nach welcher vorläufig zwei vollständig verschiedene Arten angenommen werden) die ältere Ansicht von Hiltner, nämlich die Art-einheit aller Leguminosenorganismen, mit etwaigen weitgehenden „Rassenverschiedenheiten“ aufrechterhalten werden.

Eine ähnlich gute Entwicklung und Ernte der Serradella, wie beim wiederholten Anbau ohne Impfung, kann übrigens auch erzielt werden, wenn beim erstmaligen Anbau der Frucht auf Neuland eine Impfung mit dem künstlichen Impfstoffe der Serradella- oder Lupinenorganismen oder aber eine solche mit gesunder, frischer „Serradella- oder Lupinerde“ (Rohimpfstoffen) vorgenommen wird.

Übrigens haben selbst die geeignetsten Sand-

böden bisher noch nicht solche gewaltige Ernten und Stickstoffmengen hervorgebracht, wie sie schon oft auf schweren Böden beobachtet wurden. Auch anderweitig wurden ähnlich günstige Beobachtungen gemacht. In manchen Jahren scheint sogar die Serradella — nach einigen vorläufigen vergleichenden Versuchen — bedeutend mehr Grünfutter und Heu zu bringen, als die sonst meist angebauten Grünfutterpflanzen Klee, Luzerne und Esparsette (auch Espar, Schett oder Süßklee genannt). Auf vielen schwereren Böden sind für die Serradella auch noch die besseren Wasserverhältnisse bei längerer Trockenheit wohl zu beachten und zu würdigen. Der Krallenklee kann auf solchen länger anhaltende Trockenheit im allgemeinen weit besser überstehen, als auf den meisten Sandböden. So hat er z. B. in dem sehr trockenen Jahre 1911 auf Lauchstedter Boden auffallend weniger als Rotklee gelitten. Im übrigen entsprechen den (in der beigegebenen Zahlenzusammenstellung) aufgezeichneten Stickstoffmengen (N) von etwa 200 bis 400 kg N — im Höchsfalle — ungefähr 1400—2400 kg Eiweiß oder Salpeter auf 1 Hektar, wenn man die N-hal-



tige Trockenmasse auf die hier genannten Stickstoffverbindungen umrechnen würde. Das sind jedenfalls ganz gewaltige N-Ernten.

(Schluß folgt.)

## Besprechungen.

**Witte, Hans, Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik.** Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1914. 84 S. und 17 Abbild. Preis M. 2,80.

Die kurzen Darstellungen der physikalischen Tagesfragen, die die „Sammlung Vieweg“ bilden, machen leider häufig den Eindruck, als seien sie durch Wegstreichen des Textes aus den ausführlichen Originalabhandlungen entstanden, derart, daß eine Ansammlung von Formeln übrig geblieben ist. Um so erfreulicher ist es, wenn man auf eine gemeinverständliche Darstellung im besten Sinne stößt. Herr *Hans Witte* hat es verstanden, unter Fortlassung alles mathematischen Ballastes die grundlegenden Gedanken der Relativitätstheorie so vorzutragen, daß jeder Leser von gesundem Menschenverstande die Probleme und ihre Lösung verstehen muß. Dabei benutzt er als wertvolles Hilfsmittel ein mechanisches Modell; nichts ist für den „Skeptiker“, dessen Vorstellungskraft zur Auffassung der Relativität von Raum und Zeit nur schwer ausreicht, überzeugender, als wenn er die Verkürzungen der Maßstäbe und den Gang der Uhren in Holz und Messing vor Augen sieht. Auch dadurch zeichnet sich das kleine Buch vorteilhaft aus, daß das edle Werkzeug der deutschen Sprache nicht mit jener Verächtlichkeit gehandhabt wird, die in naturwissenschaftlichen Veröffentlichungen die Regel geworden ist.

*M. Born, Berlin.*

**Hupka, E., Die Interferenz der Röntgenstrahlen.** Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1915. 68 S., 33 Fig. und eine Tafel in Lichtdruck. Preis M. 2,60.

Das vorliegende Bändchen dieser handlichen Sammlung enthält ein ausführliches Referat der wichtigsten Arbeiten über Röntgenstrahleninterferenzen. Nach kurzer Besprechung der „Impulstheorie“ und des Unterschiedes von „weißer“ und „homogener“ Röntgenstrahlung folgt ein Bericht über die ursprüngliche Laue-Friedrich-Knippingsche Arbeit und die Wiedergabe der Laueschen Theorie, wie sie im Anschluß an diese Arbeit von *Laue* sofort entwickelt wurde.

Auf die Laueschen folgen die Bragg'schen Vorstellungen von der Spiegelung der Röntgenstrahlen an Netzebenen der Kristallstruktur und der nach *Wulff* vorgetragene Beweis der Übereinstimmung beider Anschauungen in bezug auf alle geometrischen Eigentümlichkeiten des Beugungsbildes.

Die Spektrometerarbeiten von *Bragg* und *Moseley* und *Darwin* sind der Gegenstand des nächsten Kapitels — bei dem der Referent die Erwähnung der Herweg'schen Messungen leider vermißt hat, obwohl *Herweg* zu den Pionieren der photographischen Spektrometermethode gehört.

Die Schlüsse, die zur Strukturbestimmung bei *Steinsalz*, *Sylvin*, *Diamant* geführt haben, werden nach den Bragg'schen Arbeiten dargelegt.

Zwei weitere Abschnitte über die Beugung an mikrokristallinen und amorphen Körpern, sowie über die Beugung von  $\gamma$ -Strahlen (*Rutherford* und *Andrade*) be-schließen das Buch.

Die Darstellung schließt sich überall aufs engste an

die Originalarbeiten an. Bei einem in so schnellem Fortschritt begriffenen Gebiete wie dem hier behandelten hat dies den Nachteil, daß nach verhältnismäßig kurzer Zeit bereits manches in der Darstellungsweise als unzweckmäßig erkannt ist, was in der Originalarbeit noch zu Recht bestand. So geht es z. B. der Laueschen Formel selbst, die erst für die schwierigeren Fragen der Intensitätsverteilung unentbehrlich ist. Die allein in dem Hupkaschen Buch behandelten geometrischen Folgerungen der Laueschen Theorie werden besser aus der einfachen Betrachtung des Gangunterschiedes benachbarter Atome hergeleitet, die uns allen von der schulmäßigen Behandlung des optischen Beugungsgitters her geläufig ist. Ebenso empfinden wir es heute als überflüssig, die Wulfsche Rechnung vorzutragen, da man aus den Gleichungen für die Gangunterschiede ablesen kann, daß es auch nach der Laueschen Theorie stets eine Netzebene der Kristallstruktur gibt, welche durch Reflexion den Interferenzstrahl aus dem Hauptstrahl abspaltet.

So wenig man dem Verfasser einen Vorwurf daraus machen kann, daß er sich an die ursprünglichen Darstellungen gehalten hat, so sehr notwendig erscheint es dem Referenten doch, darauf hinzuweisen, daß die Darstellung bei größerer Freiheit des Verfassers an Einfachheit und Durchsichtigkeit noch erheblich hätte gewinnen können.

Die Beugung der Röntgenstrahlen läßt sich genau so elementar behandeln, wie die Beugung am Beugungsgitter (eindimensionaler Fall), und in Anbetracht des großen Interesses, das die Erscheinung für unsere gesamte Naturerkenntnis hat, ist es durchaus zu befürworten, daß sie in den Schulunterricht aufgenommen werde. Hierzu ist das erste Erfordernis, daß die Theorie in der einfachsten Form Verbreitung finde. Dieses Ziel strebt das Hupkasche Buch nicht an und es war nötig, das zu betonen, weil das Büchlein gewiß von den Physiklehrern als willkommenes Hilfsmittel benutzt werden wird, um sich über dies neue Gebiet der theoretischen wie experimentellen Physik zu orientieren.

*P. P. Ewald, München.*

**Zoth, O., Über die Natur der Mischfarben auf Grund der Undulationshypothese.** Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1914. 38 S., 3 Figuren und 10 Tafeln. Preis M. 2,80.

Das Buch enthält im wesentlichen auf zehn großen Tafeln graphische Konstruktionen von Interferenzkurven zweier Sinuswellen in solchen Frequenz- und Amplitudenverhältnissen, wie sie die Lichtwellen bei der Erzeugung der Mischfarbenempfindung besitzen. Insbesondere sind die Frequenzverhältnisse der einzelnen Komplementärfarbenpaare berücksichtigt und zum Vergleich sind daneben die entsprechenden Interferenzkurven der Wellen eingezeichnet, die als über- oder unterkomplementär durch ein zu großes oder zu kleines Frequenzintervall getrennt sind. Dabei versucht der Verfasser in der Gestalt der resultierenden Schwebungskurven für die Fülle mehr oder minder vollkommener Komplementärwirkungen anschauliche Unterschiede aufzufinden, die sich etwa dahin kennzeichnen lassen, daß möglichst scharf ausgeprägte Schwebungsmaxima, die durch weite flache Minima getrennt sind, die Reinheit der komplementären Weißempfindung begünstigen. Es handelt sich hierbei offensichtlich um eine graphisch-anschauliche Umschreibung der Erfahrung, daß gute Komplementärwirkung auf die Intervalle zwischen Quarte (1,33) und kleiner Terz (1,20) beschränkt ist. Der Verfasser jedoch verfolgt zwei an-

dere Ziele: Erstens glaubt er das objektiv im Raume fortschreitende und Interferenzschwebungen ausführende Wechselfeld *physikalisch* zu dem „Nur-Gleichzeitig-Vorhandensein“ zweier Sinuswellen in Gegensatz bringen zu müssen, und zweitens versucht er die physiologische Weißempfindung einer bestimmten geometrischen Gestalt des aus der Interferenz resultierenden Wechselfeldes zuzuordnen. Es soll ganz allgemein die Weißempfindung durch ein in einzelne Gruppen abgehacktes und nicht in stetig zusammenhängenden Wellen fortschreitendes Wechselfeld hervorgerufen werden und der Verfasser will die scharfen Maxima in den Schwebungskurven der oben genannten günstigen Intervalle als abgehackte Folge einzelner Lichtimpulse direkt in Parallele setzen zu den statistischen Impulsen des Lichtes weißglühender Körper, dessen akustisches Analogon in einer regellosen Folge einzelner Knalle, d. h. einem Geräusch, Geknatter oder Gezisch zu suchen ist. Vom Standpunkt des Physikers sind die Ansichten des Verfassers schwerlich zu billigen, leider fehlt ein Vorwort, dem man entnehmen könnte, an welche Kreise sich die Darstellung wendet. Die äußere Ausstattung des Heftes, nicht zum wenigsten die Ausführung der Tafeln muß als vorzüglich erwähnt werden.

R. Pohl, Berlin.

**Tables Annuelles de Constantes et Données Numériques de Chimie, de Physique et de Technologie.** Publiées sous le patronage de l'association internationale des académies pour le comité international, nommé par le VII. congrès de chimie appliquée. Paris, Gauthier-Villars; Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.; London, J. & A. Churchill; Chicago. University of Chicago Press. Band III. (*Konstanten aus dem Jahre 1912.*) 1914. LII. 595 S. Preis geh. M. 25,60.

Über Entstehung, Organisation, Anlage und Inhalt dieses Werkes ist in dieser Zeitschrift (I, [1913] 1128) bereits ausführlich berichtet worden.

Der dritte Band, welcher im Frühjahr 1914 erschien und die im Jahre 1912 gemessenen Konstanten der Physik, Chemie und Technologie enthält, weist keine grundlegenden Änderungen auf; im einzelnen dagegen ist das Streben nach Vervollkommenung wohl zu bemerken. Der auch hier ausgesprochene Wunsch, einem jeden Bande der Tabellen ein alphabetisches Stoffregister beizufügen, um die Benutzung zu erleichtern, konnte noch nicht erfüllt werden, weil die Kosten dafür den verantwortlichen Herausgebern im Verhältnis zum erzielten Nutzen zu hoch erschienen. Es ist aber erfreulicherweise in Aussicht gestellt, den fünften Band mit einem Generalregister dieser Art zu versehen. Überdies ist insofern eine Besserung eingetreten, als jetzt manchen umfangreicheren Kapiteln Inhaltsübersichten — nach Stoffen geordnet — vorausgeschickt sind, die die Auffindung einzelner Substanzen erleichtern. Insbesondere ist auch eine alphabetisch geordnete Tabelle der vorkommenden technisch wichtigen Stoffe — in vier Sprachen — aufgenommen.

Ein weiterer Fortschritt ist darin zu sehen, daß jetzt einzelne Teile des Werkes — Spektroskopie. Radioaktivität, Elektrizität, Magnetismus und Elektrochemie, Metallurgie und Ingenieurwesen, Mineralogie, Biologie — einzeln käuflich sind; dies wird der Verbreitung dieser Sammlung recht förderlich sein. —

Wer den Bestrebungen zur allgemeinen systematischen Verarbeitung der Forschungsergebnisse wohlwollend gegenübersteht und sie als wertvolle und notwendige Förderung der Forschung selbst betrachtet,

wird jetzt nur mit Sorge auf die Zukunft der Jahrestabellen blicken. Ihre Grundlagen scheinen erschüttert, vielleicht gar zerstört. Daß der ruhige Fortschritt der Arbeit zurzeit stockt, ist wohl selbstverständlich und unvermeidlich. Wird es aber nach dem Kriege möglich sein, wieder alle wirkenden Kräfte zu sammeln und zur gemeinsamen Arbeit heranzuziehen? Das wird nicht nur von den Herausgebern und den Mitarbeitern abhängen, sondern auch von der Stimmung und den Ansichten aller der Körperschaften, die durch Geldzuwendungen überhaupt erst die Schöpfung dieses Werkes ermöglicht haben. Deswegen mag es auch hier ausgesprochen werden: Eine möglichst beschleunigte Wiederanknüpfung aller internationalen wissenschaftlichen Beziehungen muß erfolgen, sobald die Zeitumstände es überhaupt gestatten; nicht aus Gründen allgemeiner Menschlichkeitsideale, über die man ja sehr verschieden denken kann, sondern aus nüchternem nationalem Egoismus. Am Ausbau von Wissenschaft und Technik sind *alle* Kulturvölker beteiligt, und das Volk, das die Leistungen anderer am schnellsten benutzt und sich assimiliert, wird — bei sonst gleicher Leistung — rascher vorwärts kommen, als wer dies Hilfsmittel verschmäht. Diese Erkenntnis kann sich kaum irgendwie stärker aufdrängen, als wenn man in den Jahrestabellen die Ernte aller messenden Forschung aufgespeichert sieht, die nicht allein für die laufenden Bedürfnisse dient, sondern zum großen Teil die Saat für die künftigen Jahre darstellt. Für alle ist der Reichtum ausgebreitet, und wer ihn erwerben half, darf sich mit gutem Recht als Eigentümer fühlen.

Es sind sehr reale Dinge, die auf dem Spiele stehen, wenn der Austausch geistiger Güter nicht nach Kräften gefördert wird, und man darf daher wohl hoffen, daß kühle Überlegung die mehr oder minder berechtigten Gefühlsregungen beherrschen und unterdrücken wird. Sollte sich dann später zeigen, daß der reine Nützlichkeitsgedanke und unbeschränkter Volksegoismus in seinen Wirkungen den Zielen phantastischer Friedensfreunde und Menschheitsbeglückter einigermaßen nahe kommt, so wird das auch kein Schaden sein.

J. Koppel, Pankow.

## Kleine Mitteilungen.

**Mimicry bei Schlangen.** In letzter Zeit ist der früher weit ausgedehnte Begriff der Mimicry sehr in Mißkredit gekommen. Man ist vielfach geneigt, die auffallende Übereinstimmung von Formen aus verschiedenen Gruppen des Tierreichs, die nebeneinander vorkommen, auf den Einfluß physikalischer oder chemischer Faktoren in der Ernährung oder im Klima zurückzuführen und eine durch Selektion herbeigeführte Schutzanpassung zu leugnen. Da ist es bedeutungsvoll, daß *Sternfeld* (Sitz. Ber. Ges. naturf. Freunde, Berlin 1913) bei Schlangen zahlreiche Fälle von Übereinstimmung in Färbung und Zeichnung nachgewiesen hat, die sich kaum anders als durch Mimicry erklären lassen dürften. Er zieht in erster Linie die amerikanische Giftschlangengattung *Elaps* heran, deren etwa 35 Arten sich durchweg durch eine rote und schwarze Ringelung auszeichnen, wovon sie den Namen Korallenottern tragen. Sie werden von etwa 60 Arten ungiftiger Schlangen aus 26 verschiedenen Gattungen nachgeahmt. Besonders bedeutungsvoll ist, daß die geographische Verbreitung der Nachahmer sehr genau mit der der Vorbilder übereinstimmt, während zahlreiche Arten der nachahmenden Gattungen, die ein anderes Verbrei-

tungsgebiet haben, nicht mimetisch gefärbt sind. Sehr auffallend ist auch die Übereinstimmung in der Größe. Die Elapiden schwanken etwa zwischen  $\frac{1}{2}$ —1 m Länge, nur eine wird bis 1,9 m lang. Unter den nachahmenden Gattungen gibt es zahlreiche Arten, die von diesen Maßen nach oben oder unten abweichen; von allen sind aber ganz scharf nur Formen von 0,4—1 m mimetisch gefärbt, nur eine erreicht 1,95 m Länge und diese findet sich im Gebiete der 1,9 m langen Elaps. Gerade auf diese beiden Punkte ist der höchste Nachdruck zu legen, da nur solche Übereinstimmungen einen wirklichen Nutzen der Mimicry wahrscheinlich machen und andererseits durch die Beschränkung auf bestimmte Größen ein allgemeiner Einfluß der Umgebung ausgeschlossen wird. Niemals tritt der Fall ein, daß der Nachahmer in der Ausbildung der Zeichnungselemente sein Vorbild übertrifft, eine Erscheinung, die ebenfalls vom Standpunkte der angleichenden Wirkung äußerer Einflüsse ganz unverständlich bleiben müßte. In einzelnen zeigt der Verf., auf wie mannigfaltige Weise aus den verschiedensten Mustern die Angleichung an die Elapszeichnung erfolgt und wie die Ähnlichkeit mehr oder weniger vollkommen erreicht wird. Gelegentlich gerät die Selektion dabei durch Vereinigung ungeeigneter Elemente gleichsam in eine Sackgasse, aus der ein Übergang zu völliger Anpassung nicht mehr möglich ist, da er über weniger ähnliche Stadien führen müßte. Ähnliche Verhältnisse, wie für die Elapiden, weist Verf. auch für afrikanische und indische Schlangenformen nach. Besonders bemerkenswert sind die Nachahmer der durchweg auffallend geringelten giftigen Seeschlangen (Hydrophinen), weil sich unter ihnen außer harmlosen Schlangen auch einige Muränen, aalartige Fische, finden. Auch hier tritt die auffällige Färbung der Nachahmer ganz streng nur dort auf, wo die Hydrophins-Vorbilder zu finden sind. Da in letzter Zeit gerade von zwei hervorragenden Reptilienkennern, *Gadow* und *Werner*, das Vorkommen von Mimicry bei Schlangen gelehrt wurde, besitzt diese Untersuchung von *Sternfeld* doppelten Wert. O. St.

Über die Möglichkeit, die Sojabohne für die Zwecke der Volksernährung heranzuziehen, sprach vor kurzem Dr. W. Schieber im Verein Österr. Chemiker. Die Kultur der Sojabohne (Glycine Soja), die zu den Schmetterlingsblütlern gehört, wird in Ostasien im größten Maßstabe betrieben. Die Produkte, welche aus den fermentierten Sojabohnen hergestellt werden, bilden den wichtigsten Nährstoff in den ostasiatischen Ländern. Die Fermentation der Bohnen wird in der Weise bewirkt, daß man die gekochten oder gequollenen Bohnen schimmeln läßt und sie hierauf unter Zusatz von Cerealien und Salz einer Nachgärung unterzieht. Man erhält auf diese Art entweder feste Würzen, in Japan Natto genannt, oder Pasten, die Miso heißen. Von diesem Miso werden in Japan pro Kopf und Tag 120 g verbraucht; ebenso groß ist der Bedarf in China. Schließlich beschäftigen sich in Japan allein 10,000 Fabriken mit der Herstellung von Saucen. Die bekannte Worcestershiresauce der Engländer ist nach japanischen Rezepten aus Sojabohnen hergestellt. Es ist aber auch möglich, aus der naturellen, nicht fermentierten Bohne Nahrungsmittel zu erzeugen. Sojamilch unterscheidet sich nur ganz wenig von Kuhmilch; durch Zusatz von Zucker zur Sojamilch kann man eine tadellose sterile Ersatzmilch herstellen, die sich sogar zu Trockenmilch verarbeiten läßt. Leider ist es nicht gestattet, dieses Produkt unter dem

Namen Milch zu verkaufen. Aus Sojamilch kann man durch Anwendung von Käseereikulturen Sojadauerkäse jeglichen Geschmacks erzeugen. Aus dem Sojamehl, das keinen Kleber enthält, kann unter Zusatz von 30 bis 40 % Weizenmehl ein nahrhaftes Brot gebacken werden. Sojaschokolade ist von echter Schokolade nur durch den Mangel an Theobromin zu unterscheiden. Geröstete Sojabohnen geben einen guten Kaffeeersatz, der im Vergleich zu koffeinfreiem Kaffee billig ist. Eine Zumischung von 33 % Sojabohnen zum Kaffee ist im Geschmack noch nicht wahrnehmbar. Als Handelsprodukt ist die Sojabohne schon seit 30 Jahren bekannt. Freilich werden nur das Sojaöl in der Farbenindustrie und die Preßrückstände als Düngemittel und Viehfutter benützt. Gegen eine allgemeine Einführung der Bohne als Volksnahrungsmittel könnte man die leicht purgierende Wirkung des Sojaöls und die Möglichkeit einer Verfälschung der technischen Sojabohnen mit den giftigen Mohnbohnen einwenden. Die Anbauversuche der Sojabohne in Europa und in Amerika, die seit den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts unternommen wurden, haben stellenweise sehr gute Resultate gezeitigt. O. F.

**Edelmetalle in Bleiglätte.** Vor einiger Zeit wollte der Landmesser *Schreiber* ein Platinvorkommen in Deutschland (Westfalen) entdeckt haben, was begreiflicherweise in weiten Kreisen Aufsehen hervorrief. *Schreiber* stützte sich bei seinen auch von anderen Seiten mit positivem Erfolg nachgeprüften Angaben auf ein von ihm aufgefundenes neues analytisches Verfahren, wodurch bisher nicht nachweisbare Platinnengen, besonders solche in kolloider Form, bestimmbar wurden. *Michel* (*Chem. Ztg.* 1, 6, 1915) bezweifelt diese deutschen Platinvorkommen und bestreitet die Richtigkeit der diesbezüglichen Analysen, weil die angewandten Reagentien und vor allem die Bleiglätte nicht platinfrei waren. *Michel* untersuchte einige Bleiglätten und konnte im Kilogramm immer einige Milligramme Platin nachweisen.

Wegen des Edelmetallgehaltes der Bleiglätte muß man auch allen Behauptungen über das Goldvorkommen im Meerwasser sehr skeptisch gegenüberstehen. *Loevy* (*Chem. Ztg.* 95, 287, 1915) fand im Jahre 1905 im Wasser der Ostsee Gold. Als er jedoch die von ihm zur Untersuchung angewandte, angeblich vollkommen edelmetallfreie Bleiglätte prüfte, konnte er in derselben wägbare Goldmengen ermitteln. O. F.

**Ein neues Verfahren zur Massengewinnung von Hefe als Futterweiß.** In Nr. 3 ds. Ztschr. 1913 wurde über die Hefe als Nahrungsmittel, Futtermittel und Heilmittel berichtet, in der Hauptsache nach den Berichten und Arbeiten aus der Forschungs- und Lehranstalt für Gärungsgewerbe in Berlin, im besonderen nach einer kleinen Schrift über die Hefeverwertung. Dabei wurde besonders betont, wie man fast in allen gewerblichen Betrieben auch die Nebenerzeugnisse und Abfallmassen immer mehr auszunützen strebt, und wie man so oft Werte von vielen Millionen Mark im Jahre unserer Volkswirtschaft zu erhalten sucht. In diesem Sinne verdienen besonders die neueren Arbeiten über die Hefeverwertung die volle Beachtung aller Volkskreise. Es ist schon vor längerer Zeit gelungen, durch geeignete Trocknung und teilweise Reinigung der Bierhefe eine Trockenhefe als vorzügliches Nahrungs- und Futtermittel zu gewinnen: es handelt sich hinsichtlich der Gesamtmenge dieser Überschüßhefe nach vorsichtigen Schätzungen um wenigstens 70 Millionen kg Frischhefe

im Jahre, die nunmehr besser als früher verwertet werden können. Im Anschluß an die Besprechung jener Arbeiten sei hier einiges über ein *neues Verfahren zur unmittelbaren Massengewinnung von Hefe-eiweiß* aus Zucker und Salzen nachgetragen. Nach den vorläufigen Mitteilungen vom Leiter der Lehranstalt, Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Delbrück (*Zeitschrift für Spiritusindustrie* u. a.) wurde es gefunden unter Berücksichtigung und Verwertung der Erfahrungen, die bei der Gewinnung anderer Hefe hätten gesammelt werden können. Im übrigen gründet es sich besonders auf die Versuche von Dr. Hayduk und Dr. Nagel. Es gelang ihnen, in Nährlösungen mit schwefelsaurem Ammoniak und Zucker (oder zuckerhaltigen Stoffen und damit wahrscheinlich auch aus Stoffen, die erst bei besonderer Behandlung Zucker liefern) unmittelbar große Hefemassen als Futter-eiweiß (unter Umständen auch als Nähreiweiß für die Menschen) zu erzeugen. Es ist eine Futterhefe mit über 50 % Eiweiß. Die so erzeugten Hefemassen sollen in ähnlicher Weise, wie es schon mit der Brauerei-Überschußhefe geschieht, als Trockenhefe im Handel vertrieben werden. Die Trockenhefe ist nach unseren früheren Erörterungen ein ausgezeichnetes Futtermittel für Tiere aller Art, besonders auch für Pferde.

Das neue Verfahren der Massenefegewinnung ist auch wissenschaftlich sehr bedeutungsvoll, weil in verhältnismäßig sehr kurzer Arbeitszeit aus dem Ammoniak-Stickstoff Nähreiweiß gewonnen werden kann. Freilich war schon längst bekannt, daß die Hefe in sonst geeigneten Nährlösungen bis zu einem gewissen Grade sich auch von Ammoniak und anderen Stickstoffverbindungen ernähren und recht gut vermehren kann, und daß sie, z. B. in stickstoffarmen Mosten, die vergoren werden sollen, für eine Zufuhr von N in Gestalt von Asparagin oder von billigerem Ammoniumchlorid sehr dankbar ist. Jedoch war es bisher noch nicht gelungen, auf der bisher schon lange bekannten Grundlage auch ein brauchbares Verfahren zu ihrer Massenerzeugung auszuarbeiten. Dies ist nun nach Delbrücks Mitteilungen so vollkommen gelungen, daß dessen wirtschaftliche Ausnutzung nur davon abhängt, ob auch die notwendigen Rohstoffe in ausreichender Menge bereit gestellt werden können. Jedenfalls wird man sich vom Auslande unabhängig machen können, wenn es wirtschaftlich zweckmäßig sein sollte. Bisher wurden gerade die eiweißreichen Kraftfuttermittel zum größten Teil aus dem Auslande bezogen, während die kohlenhydratreichen Stoffe in Gestalt von Hackfrüchten aller Art im allgemeinen in ausreichenden Mengen vorhanden waren. Die neuen Trockenhefemassen können leicht als Ersatz für ausländische Ölkuchen, Futtergersten und ähnliche eiweißreiche Futterstoffe dienen, soweit solche nicht besser, u. a. durch verstärkten Anbau von Hülsenfrüchten und Kleearten gedeckt und billiger erzeugt werden können.

Wenn nach Delbrücks Mitteilungen Rußland nach dem Friedensschlusse das Eiweiß in Gestalt von Futtergerste billig genug liefert, so wird man den uns fehlenden Teil eiweißreicher Futtermittel zum Teil wohl wieder von dort beziehen, d. h. wenn wir uns dann vom Auslande nicht überhaupt vollständig unabhängig gemacht haben sollten. Anderenfalls wird man das Futter-eiweiß zum großen Teil zweifellos leicht mehr auf künstlichem Wege mit Hilfe der biologischen Eiweißgewinnung herstellen können. Über das Verfahren selbst in seinen Einzelheiten kann man nur Vermutungen hegen, da Näheres darüber noch nicht bekanntgegeben worden ist. Wahrscheinlich ist man

im „Institut für Gärungsgewerbe“ durch ähnliche Überlegungen und Beobachtungen zu einer neuen Massengewinnung von Hefe gelangt, wie sie schon von anderer Seite über das Ausbleiben von Gärungserscheinungen gemacht wurden. Nach diesen Beobachtungen kann man selbst bei außerordentlich gärkräftigen Hefen (wie Wein- und Bierhefen) in Nährlösungen mit *sehr hohem Stickstoffgehalte* vielfach keinerlei Gärung feststellen, wohl aber sehr gute Entwicklung der Hefe. Auch in Nährlösungen mit *sehr geringem N-Gehalte* tritt im allgemeinen nur Vermehrung der Hefe, aber keine deutliche Gärung ein. Auch die Stärke der Zuckerlösung dürfte dabei immer eine wichtige Rolle spielen. Besonders wertvoll würden nach unserer Ansicht bei allen weiteren Untersuchungen auch solche Versuche sein, bei denen die Bedeutung des Kalkgehaltes der Hefe für den gesamten Stoffwechsel mit zu klären gesucht wird. B. H.

**Einige Erfahrungen bei der Eichung eines Gasinterferometers.** Dr. O. Wolff berichtet über einige Schwierigkeiten, die er bei der Analyse eines Wasserstoff-Luftgemisches mit Hilfe des Interferometers beobachtete, sowie über die Maßnahmen zu ihrer Beseitigung. Bei einem Wasserstoffgehalt der Luft bis zu 20 % bereitet die Eichung des Interferometers keine Schwierigkeiten. Wenn es sich jedoch darum handelt, im Wasserstoff geringe Mengen Luft zu bestimmen, so bemerkt man, auch wenn das Gas während einer Reihe von Tagen seine Zusammensetzung nicht ändert, am Interferometer ganz verschiedene Ausschläge. Es zeigte sich, daß die Änderung des Luftdruckes hierbei von Einfluß ist. Eine Reihe von Versuchen, bei denen die beiden Kammern des Instrumentes einem gleichmäßigen Druck ausgesetzt wurden, zeigte, daß sich die Brechungsexponenten von Wasserstoff und Luft bei gleicher Druckzunahme oder -abnahme ganz verschieden ändern, weshalb eine für höhere Wasserstoffprozentage hergestellte Eichungskurve nur immer bei dem gleichen Luftdruck benutzbar ist. Als Vergleichsgas muß ein ganz reiner Wasserstoff verwendet werden, den Verfasser aus reinstem Zink und Schwefelsäure in einem besonderen, näher beschriebenen Apparat hergestellt hat. Das so gewonnene Vergleichsgas läßt man während der Messungen aus dem Apparat durch die eine Kammer des Interferometers streichen, nachdem es vorher von Säuredämpfen und Feuchtigkeit sorgfältig befreit wurde. Hierdurch ist es möglich, an Hand der Eichungskurve ohne weitere Rechnung jeden beliebigen Wasserstoff in kurzer Zeit auf optischem Wege auf seine Reinheit zu prüfen. (*Chem.-Zeitg.* 1914, S. 349.) S.

**Über die Bewegung einer reibungslosen Flüssigkeit.** (*Annalen der Physik*, Heft 8, 1915). Ein Hauptsatz in der überlieferten Hydrodynamik ist bekanntlich der Helmholtzsche Satz, wonach eine Wirbelbewegung in einer reibungslosen inkompressiblen Flüssigkeit niemals entstehen oder vergehen kann. Nun sind die Reibungskoeffizienten der meisten Flüssigkeiten sehr klein. Trotzdem beobachtet man täglich, daß Wirbelbewegungen in ihnen entstehen. Entweder weicht also die Bewegung einer reibenden Flüssigkeit, selbst bei sehr kleinem Reibungskoeffizienten, ganz und gar von derjenigen einer reibungslosen Flüssigkeit ab (und in diesem Fall besitzt die Theorie der reibungslosen Flüssigkeiten kein physikalisches Interesse) oder muß der Helmholtzsche Satz falsch sein. Welche von diesen beiden Erklärungsmöglichkeiten ist die richtige? — Ein an-

derer Hauptsatz in der überlieferten Hydrodynamik ist der zuerst von *Green* und *Dirichlet* bewiesene Satz, daß ein Körper, der sich mit konstanter Geschwindigkeit in einer reibungslosen Flüssigkeit bewegt, keinen Widerstand erfährt. Auch dieser Satz steht im schroffen Widerspruch zu dem Verhalten der wirklichen, schwach reibenden Flüssigkeiten. Was ist der Grund hierzu? Wir sind jetzt so weit gekommen, daß wir diese beiden Fragen beantworten können. Die hydrodynamischen Untersuchungen, welche ich seit 1906 angestellt habe, sind von dem Gedanken geleitet worden, daß man, um die Bewegung einer reibungslosen Flüssigkeit zu untersuchen, zuerst die Bewegung einer reibenden Flüssigkeit studieren muß und erst nachträglich den Grenzübergang zu verschwindender Reibung ausführen soll. Aus den langen und schwierigen mathematischen Entwicklungen, die zur Durchführung dieses Programms notwendig waren, ergab sich schließlich das folgende einfache Resultat: Die Antwort auf die erste Frage lautet: Der Helmholtzsche Satz ist unrichtig. In der Nähe eines Körpers findet unter gewissen Umständen, selbst bei verschwindender Reibung, eine Wirbelbildung statt. Die Antwort auf die zweite Frage lautet: Der Grund des erwähnten Widerspruches zwischen Theorie und Erfahrung ist die unrichtige Annahme, daß eine reibungslose Flüssigkeit sich an der ganzen Oberfläche eines darin bewegten Körpers in derselben Weise verhält. In dem einfachsten Falle, wo ein Körper sich in einer bestimmten Richtung in einer ruhenden Flüssigkeit bewegt, gleitet die Flüssigkeit an der Vorderseite, aber sie haftet an der Rückseite des Körpers. Ein Flüssigkeitsteilchen, das sich nahe an der Rückseite eines Körpers befindet, hat also dieselbe Geschwindigkeit wie dieser. Es hat aber nicht dieselbe Beschleunigung. Auf diesem Umstande beruht die Wirbelbildung, die an der Rückseite eines Körpers stattfindet. Diese Wirbelbildung ist übrigens nicht gleichmäßig über die Rückseite verteilt. Sie ist am stärksten (und zwar theoretisch unendlich stark) an der Grenze zwischen der Rückseite und der Vorderseite. — Wie entstehen die großen, wohl ausgebildeten Wirbel, die man so oft bei der Bewegung eines Körpers in einer Flüssigkeit beobachtet? Wenn man einen Körper in Bewegung versetzt, so beginnt an der Rückseite eine Wirbelbildung, die besonders am Rande sehr stark ist. Andererseits haftet die Flüssigkeit am Körper und kann deshalb nur langsam abfließen. Infolgedessen wächst die Wirbelintensität immer mehr. Das kann aber nicht unbegrenzt fortgehen. Wenn die Wirbelbewegung am Rande genügend stark geworden ist, so kann man die Flüssigkeit nicht mehr als „ruhend“ betrachten. Die geometrische Rückseite des Körpers verliert dann, wenigstens zum Teil, den Charakter einer hydrodynamischen Rückseite. In diesem Augenblick fängt die Flüssigkeit an zu gleiten. Das Wirbelgebiet löst sich vom Körper ab und wird von der Flüssigkeit weggeführt. Viele und schwierige Probleme in der Hydrodynamik harren noch auf ihre Lösung. Aber es scheint mir, daß die schon erzielten Resultate genügen, um den schroffen Widerspruch zwischen der hydrodynamischen Theorie und den Tatsachen zu beseitigen.

C. W. Oseen.

## Zeitschriftenschau.

### Annalen der Physik, Heft 7, 1915.

*Die Rolle von Gasen bei dem lichtelektrischen Verhalten des Zinks;* von *Hans Küstner*. (Gekürzte Leip-

ziger Dissertation.) Unter Anwendung eines Vakuum-schabapparates und besonderer Entgasungsvorrichtungen wird der *Hallbrachseffekt* bis zu minimalen Gasdrücken hinab studiert. Es ergibt sich, daß für Ermüdungs- und Erholungserscheinungen nicht sowohl die Dielektrizitätskonstante als vielmehr Reaktionsfähigkeit der Gase das Maßgebende ist.

*Über den Einfluß des Druckes auf die elektrische Leitfähigkeit bei Tellur;* von *Bengt Beckman*.

*Über den Einfluß allseitigen Druckes auf die elektrische Leitfähigkeit von Wismutdrähten außerhalb und innerhalb des transversalen Magnetfeldes für Gleichstrom und für Wechselstrom;* von *Johannes Brentano*.

*Zur Theorie der Lichtabsorption in Metallen und Nichtleitern;* von *George Jaffé*. Die Berichtigung stellt fest, daß in der in den *Ann. d. Phys.* 45, S. 1217, 1914 erschienenen Arbeit des Verfassers Formeln enthalten sind, die bereits von *Bohr*, *Ishiwara* und *Enskog* veröffentlicht waren.

*Über den Einfluß der Röntgenstrahlen auf die Kondensation des Wasserdampfes nach Versuchen von C. Leibfried und O. Conrad;* von *Franz Strieder*. Es wird an Hand der Arbeiten von *C. Leibfried* und *O. Conrad* über die Kondensation des Wasserdampfes unter dem Einfluß von Röntgenstrahlen unterhalb der Ionengrenze gezeigt, daß die erzwungene und schließlich freiwillige Kondensation um so früher eintritt, je intensiver oder je weicher die Strahlen sind und je länger bestrahlt wird. Der „blaue Nebel“, für den als Entstehungsursache bei ultravioletter Bestrahlung zuerst durch *W. Bieber*  $H_2O_2$  nachgewiesen wurde, entsteht auch bei Röntgenbestrahlung.

*Färbung des Lichtes durch Metallpartikel;* von *R. Schachenmeier*.

*Die Bewegung eines elektrischen Teilchens in einem konstanten, rotierenden Magnetfeld;* von *C. A. Mebius*. Wenn ein elektrisches Teilchen mit gegebener Geschwindigkeit in ein konstantes Magnetfeld eintritt, das um die Bewegungsrichtung des Teilchens rotiert, so entstehen in der zur Bewegungsrichtung senkrechten Ebene zwei zirkuläre Schwingungen in entgegengesetzten Richtungen, die eine mit größerer, die andere mit geringerer Frequenz als die der geradlinigen Schwingung, welche in derselben Ebene entsteht, wenn das Feld ruht. Im elektrischen Strahl kommen auch longitudinale Schwingungen vor.

*Vereinfachte Ableitung der kombinatorischen Formel, welche der Planckschen Strahlungstheorie zugrunde liegt;* von *P. Ehrenfest* und *H. Kamerlingh Onnes*.

### Annalen der Physik, Heft 8, 1915.

*Struktur und Eigenschaften des Glases;* von *G. Quincke*. Junges Glas ist eine flüssige Gallerte mit unsichtbaren Schaumkammern, deren Inhalt und Wände aus 2 heterogenen, sehr klebrigen Flüssigkeiten bestehen, welche allmählich — nach Jahren — erstarren, während sich Form, Dicke und Anzahl der dünnen Schaumwände und dadurch die Eigenschaften des alternden Glases ändern. Photographien zeigen die verschiedenen Formen der Schaumwände.

*Eine Beziehung zwischen den vier physikalischen Größen  $c$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $E$  der festen Elemente;* von *Johann Kleiber*.

*Die Abhängigkeit des Halleffekts in Metallen von der Temperatur;* von *Walter Frey*. (Gekürzte Leipziger Dissertation.) Nach einer Wechselstrommethode wird der Halleffekt von Platin, Gold, Nickel, Eisen, Zink und Manganin bis hinauf zu ihren Schmelzpunkten untersucht. Bei Eisen und Nickel tritt eine Abhängigkeit von den mit der Temperatur stark veränderlichen Magnetisierbarkeiten zutage.

*Über Diffusion und Absorption von Wasserstoff in Quarzglas;* von *Hermann Wüstner*. (Gekürzte Leip-



ziger Dissertation.) Es werden Maßnahmen angegeben, um die Umwandlung von Quarzglas in Cristobalit bei hohen Temperaturen hintanzuhalten. In einer Bombe für hohe Drücke und hohe Temperaturen gelang die Bestimmung des Absorptionskoeffizienten und Diffusionskoeffizienten von Wasserstoff in Quarzglas als Funktion der Temperatur.

*Beiträge zur Hydrodynamik III;* von C. W. Oseen. s. Kleine Mitteilungen S. 346.

*Lochkameraaufnahmen mit Röntgenstrahlen;* von Karl Siegl. Im Anschluß an eine Arbeit von Uspenski in Moskau über *Lochkamera-Aufnahmen mit Röntgenstrahlen* berichtet der Verfasser, daß derartige Untersuchungen bereits von Röntgen selbst, ferner von Dorn und besonders ausführlich von Czermak in Graz ausgeführt wurden. Letzterer gibt auch Aufnahmen wieder und knüpft weitere, interessante Folgerungen an die Entdeckung einiger italienischer Ärzte bezgl. der Empfindlichkeit der Retina des menschlichen Auges für Röntgenstrahlen. Bleibrillen mit einem kleinen Loch in der Mitte müssen solche „Röntgenaugen“ befähigen, in einem mit X-Strahlen beleuchteten Raume die Dinge so zu sehen, wie sie die Lochkamera abbildet. Dagegen ist der Versuch *Edisons* damals nicht gelungen, mittels X-Strahlen Blinde sehend, u. zw. normalsehend, zu machen.

#### Annalen der Physik, Heft 9, 1915.

*Berichtigung des Curie-Langevinschen Magnetisierungsgesetzes für die molekulare Weglänge;* von Erich A. Holm. In der Arbeit wird die molekulare Weglänge in die kinetische Theorie des Paramagnetismus eingeführt. Für das Curie-Langevinsche Magnetisierungsgesetz ergibt sich ein Berichtigungsfaktor, der mit wachsender mittlerer Weglänge oder abnehmendem Trägheitsmomente (oder wachsender Masse) des zweiatomigen Moleküls gegen den Wert Eins konvergiert. Das abgeänderte Gesetz wird quantitativ auf die Magnetisierbarkeit des Sauerstoffs in gasförmigem und flüssigem Zustand und qualitativ auf die Magnetisierbarkeit fester paramagnetischer Stoffe angewendet.

*Über adiabatischen und isothermen Halleffekt und die Messung des isothermen Effekts mit Wechselstrom;* von H. Zahn. Die Arbeit befaßt sich mit dem von Gans theoretisch geforderten Unterschied zwischen adiabatisch und isotherm gemessenem Halleffekt, wobei im ersten Fall man die transversale und longitudinale Temperaturdifferenz im Magnetfelde (*Ellinghauseneffekt*) zustande kommen läßt, im zweiten sie unterdrückt. Theoretisch sind Differenzen zwischen 10–50 % zu erwarten, beobachtet wurden solche bisher noch nicht. Ich habe nun versucht, den isothermen Fall dadurch zu realisieren, daß ich als Plattenstrom hochfrequenten (1100periodischen) Wechselstrom verwandte, wobei die transversale Temperaturdifferenz (und auch die longitudinale, die sehr klein ist) nicht zur Ausbildung gelangt. Die Messung des Halleffektes geschieht in einer Wheatstoneschen Brückenverzweigung, die gleichzeitig auftretende Widerstandsänderung wurde durch Kommutieren des Feldes herausgehoben. In der Anordnung können Gleich- und Wechselstrommessungen abwechselnd im gleichen Felde vorgenommen werden, erstere entsprechen angenähert dem adiabatischen, letztere sehr nahe dem isothermen Fall. Nur bei Wismut waren die Messungen mit hinreichender Genauigkeit möglich. Der adiabatische Effekt war, wie dies auch die Theorie verlangt, größer, im Maximum aber nur um 5 %; da der adiabatische Fall indessen nur unvollkommen erreicht war, so kann die Differenz noch etwas größer sein. Bei Antimon war ein Unterschied nicht mit vollkommener Sicherheit nachweisbar, es scheint aber einer im gleichen Sinne wie bei Wismut vorhanden zu sein. Weiterhin wurde eine Wis-

mut-Zinn-Legierung untersucht, da nach älteren Versuchen von *Ellinghausen* und *Nernst* vermutet werden konnte, daß hier starke Differenzen vorhanden sein müssen, wenn man die beiden Fälle auch nur roh herstellt durch Luft- bzw. Flüssigkeitsumgebung, eine Folgerung, die bestätigt wurde. Die Unterscheidung der beiden Fälle hat daher experimentell praktische Bedeutung.

*Anwendung der Integralgleichungen auf die Theorie der Elektrolyse;* von Kurt Schellenberg.

*Über die dynamische Bedeutung des Wirkungsquantums* (vorläufige Mitteilung); von R. Schachenmeier. Ein Dipol emittiert quantenhaft, wenn er unter Wirkung der Stöße von sehr zahlreichen, wie die Moleküle eines idealen Gases sich bewegenden Korpuskeln steht. Ist nämlich die Stoßzahl rational zur Schwingungszahl, so tritt (unter l. c. präzisierten Nebenumständen) Resonanz ein, und der Dipol kann weder strahlen noch absorbieren. Es existiert eine diskrete Folge von solchen Stoßzahlen. Die Energie des Dipols ändert sich von einer zur nächsten stets um denselben Betrag. Wenn die Stoßzahl (durch Zufall) variiert, dann emittiert er seine ganze Energie. Er kann also nur ganze Multipla eines bestimmten Quantums ausstrahlen. Die Anwendbarkeit der Quantentheorie auf verschiedenartige Gebiete wird durch dieses Modell unmittelbar anschaulich gemacht.

#### Annalen der Physik, Heft 10, 1915.

*Der Gleichstrom-Lichtbogen großer Bogenlänge;* von Walter Grotrian (s. Heft 22 ds. Zeitschr., S. 283).

*Die Elastizität einiger Metalle und Legierungen bis zu Temperaturen, die ihrem Schmelzpunkt naheliegen. A. Torsionselastizität;* von K. R. Koch und C. Dannecker. Die Torsionsmoduln der untersuchten Metalle und Legierungen ändern sich bei vielen derselben mit der Temperatur in der Weise, daß diese Änderungen des Moduls durch eine quadratische Form dargestellt werden können. Bei einigen derselben jedoch (z. B. Eisen, Nickel usw.) treten im Verlauf der Kurve Schwankungen des Moduls, denen auch solche der Dämpfung der Schwingungen parallel laufen, auf, die häufig mit sonst schon bekannten Umwandlungspunkten des Materials zusammenfallen; doch entspricht nicht notwendig jedem Umwandlungspunkt ein Wendepunkt der Kurve, und umgekehrt.

*Über die Abhängigkeit der photoelektrischen Verzögerungszeit vom Gasdruck bei Metallteilen ultramikroskopischer Größenordnung;* von Edgar Meyer und Walther Gerlach. Die photoelektrische Verzögerungszeit an ein und demselben Metallteilchen (Pt) nimmt mit dem Druck des umgebenden Gases (Luft) ab; die maximale Endaufladung der Teilchen wächst mit abnehmendem Gasdruck. Eine von den Verfassern früher gegebene Theorie der Verzögerungszeit umfaßt auch diese neu gefundenen Erscheinungen.

*Zur Theorie des Zeemaneffektes in gegen die Kraftlinien geneigten Richtungen;* von M. Voigt.

*Über die Form ultramikroskopischer Silberteilchen;* von R. Gans. Auf Grund der von *Ilgen* und *Rubens* bestimmten Reflexion und Absorption, die das Licht an Metallen erleidet, läßt sich mittels der elektromagnetischen Lichttheorie die Absorptionskurve kolloidaler Metallösungen berechnen. Es zeigt sich, daß diese Kurve sehr stark von der geometrischen Form der Partikeln abhängt, so daß man umgekehrt aus der Absorption auf die Teilchengestalt schließen kann. So ergab sich früher (*R. Gans, Ann. Phys.* [4] 37, 1912, S. 881), daß rubinrote Goldlösungen die Metallpartikeln in Kugelform enthalten. Ebenso zeigt sich jetzt, daß kolloidales Silber in wässriger Lösung aus kugelförmigen Metallteilchen besteht.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY  
RECEIVED  
NOV 5 1915

U. S. Department of Agriculture

Heft 27.

2. Juli 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die neuen magnetischen Karten des Deutschen Reiches als Grundlage für geologische Forschungen. Von *Dr. A. Nippoldt, Potsdam*. S. 349.

Über die Entwicklung der Serradella auf leichten und schweren Böden und ihren großen wirtschaftlichen Wert mit Berücksichtigung von Impfungen. Von *Dr. B. Heinze, Halle* (Schluß). S. 352.

### Besprechungen:

Külpe, Oswald, Einleitung in die Philosophie. Von *E. Becher*. S. 355.

Krüger, Felix, Über Entwicklungspsychologie. Von *E. Becher*. S. 356.

Physikalische Mitteilungen. S. 357.

### Zeitschriftenschau:

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. S. 359.

Physikalische Zeitschrift. S. 360.

Geographische Zeitschrift. S. 360.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

## Die neue Kontinental Sperre Ist Großbritannien wirtschaftlich bedroht?

Von

**Dr. Hermann Levy**

a. o. Professor in Heidelberg

Preis M. 1.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 8 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

# Deutschlands Platz an der Sonne

Ein Briefwechsel englischer Politiker aus dem Jahre 1915

Von

**Ferdinand Tönnies**

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Kiel

Preis M. —.50.

Vor kurzem erschien:

# Englische Weltpolitik in englischer Beleuchtung

Von

**Ferdinand Tönnies**

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Kiel

Preis M. 1.—

Vor kurzem erschien:

# Der Krieg und die Frauen

Von

**Dr. Agnes von Harnack**

Preis M. —.60

Bei Bezug von 10 Exemplaren an Preis je M. —.50, von 25 Exemplaren an Preis je M. —.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

2. Juli 1915.

Heft 27.

## Die neuen magnetischen Karten des Deutschen Reiches als Grundlage für geologische Forschungen.

Von Dr. A. Nippoldt, Potsdam.

Die erdmagnetischen Verhältnisse des Deutschen Reiches sind den engeren Fachgenossen wie auch den Vertretern der benachbarten Wissensgebiete im Laufe der letzten Jahre in mehreren grundlegenden Werken zugänglich gemacht worden. Doch ist die Zugänglichkeit immerhin eine beschränkte, und es wird — namentlich den Herren der Nachbargebiete — von Wert sein, die wesentlichsten, allgemein interessierenden Ergebnisse hier besprochen zu sehen.

Das Endergebnis einer magnetischen Aufnahme ist eine allgemeine Darstellung der Verteilung der erdmagnetischen Elemente über das Vermessungsgebiet. Sie kann tabellarisch, formelmäßig sowie kartographisch sein. Alle drei Formen liegen vor und können Grundlage für weitere Forschungen sein, nur daß die tabellarische fast allein für rein erdmagnetische Betrachtungen in Frage kommt, nämlich wohl nur zu eigener Prüfung der Güte der Verarbeitung.

Die magnetische Vermessung des Deutschen Reiches war eine Aufgabe der Einzelstaaten. Sie ist dadurch in den verschiedenen Ländern zu verschiedenen Zeiten in Angriff genommen und vollendet worden. Überall aber kamen dieselben Messungsweisen zur Anwendung, und die benutzten Instrumente wurden alle untereinander und mit den Werten des Observatoriums zu Potsdam verglichen, so daß das Ganze in den Zahlenwerten eine absolute Einheit bildet. Verschieden ist nur die Dichte des Beobachtungsnetzes, indem aus äußeren Gründen der Zweckmäßigkeit einige Bundesstaaten außer der verlangten Aufnahme erster Ordnung sogleich auch die zweiter oder gar dritter in Angriff nahmen.

Die Aufnahmen verschiedener Ordnungen unterscheiden sich durch ihren Zweck und damit mittelbar durch den gegenseitigen Abstand der Messungspunkte. Die Aufgabe einer Vermessung erster Ordnung ist es, die *regelmäßige Verteilung* der erdmagnetischen Elemente festzulegen. Der leitenden Vorstellung nach ist das jener Anteil, der dem Gebiet nach seiner Lage auf der Erde und innerhalb des gesamten Erdmagnetismus zukommt. Man spricht daher hier von einem „terrestrischen“ Anteil und von „terrestrischen“ magnetischen Linien und faßt ihn formelmäßig, bei einem Gebiet von der Ausdehnung des Deutschen Reiches, durch eine quadratische Funktion der Zunahme in geographischer Länge und Breite.

Die für Nord- und Südwestdeutschland benutzte Maschenbreite von 40 km hat sich für diesen Zweck als ausreichend erwiesen. Allerdings ist man auf Grund der schon vorhandenen älteren Messungen und ihrer Ergebnisse den Störungsgebieten nach Möglichkeit ausgewichen, eben um den regelmäßigen Verlauf auch wirklich rein zu erhalten. Zu einer Formeldarstellung ist es z. Z. erst für Norddeutschland gekommen, hier aber auch erwiesen, daß das terrestrische Feld sich vorzüglich in jenes der *Nachbarländer einordnet*<sup>1)</sup>, damit ist die Norddeutsche magnetische Aufnahme eine geeignete Grundlage für alle erdmagnetischen Untersuchungen geworden, die sich auf den ganzen Erdkörper beziehen.

Bayern besitzt eine Aufnahme zweiter Ordnung, doch sind erst die Ergebnisse jener der ersten veröffentlicht worden. Auch hier hat, gerade wie in Preußen, zweimal der Tod hemmend eingegriffen; doch liegen z. Z. die Messungen *Messerschmitts*, des Leiters der magnetischen Aufnahme Bayerns, schon ziemlich weit bearbeitet vor. Am ehesten vollendet war die Aufnahme von Württemberg, ebenfalls als eine zweite Ordnung mit 20 km mittlerem Abstand angelegt. Zum Schluß wurde das Königreich Sachsen magnetisch vermessen, auch hier im Rahmen einer Aufnahme zweiter Ordnung.

Eine sehr klare, alles Wesentliche enthaltende Übersicht über Anlage, Ausführung und Bearbeitung sämtlicher Vermessungen im Deutschen Reich findet man, zugleich mit genauer Literaturangabe bei K. *Hauffmann*: Die magnetischen Landesaufnahmen im Deutschen Reich und magnetische Übersichtskarten von Deutschland für 1912, *Petermanns Mitt.* 59, Gotha 1913. Es ist das der Begleittext zu seinen großen Karten der wahren magnetischen Linien, auf die wir bald zu sprechen kommen.

Mit diesen Aufnahmen erster und zweiter Ordnung ist der Stand der magnetischen Vermessung Deutschlands noch nicht erschöpfend wiedergegeben; in der Tat ist schon an vielen Stellen die Vermessung dritter Ordnung in Angriff genommen worden. Gerade diese aber ist es, die für die Nachbargebiete der erdmagnetischen Forschung von Bedeutung ist, denn sie hat ein solch enges Netz, daß sie sich unmittelbar an das Gelände anschließen kann; sie, und erst sie, ermöglicht es, den Zusammenhang der morphologischen und geologischen Zustände einer Gegend mit dem örtlichen magnetischen Feld zu studieren.

<sup>1)</sup> Vgl. *Ad. Schmidt*: Abh. d. Kgl. Pr. Meteorol. Inst. Bd. IV, Nr. 12, Berlin, 1914.

So interessant nun weltmagnetische Forschungen sind, und so sehr wir Erdmagnetiker auch die endliche Vollendung der magnetischen Aufnahme der gesamten Erde erwarten, so ist doch nicht zu übersehen, daß der Kreis von Forschern, der an einer Lösung der großen Frage nach dem Einfluß der geographischen Verhältnisse auf den Erdmagnetismus ein Bedürfnis hat, weitaus größer ist. Aber umgekehrt ist auch zu hoffen, daß aus dem Verfolg dieses Problems eine Förderung weltmagnetischer zu erwarten ist, denn wie jene lokalen Verhältnisse örtlich sich bemerkbar machen, so tun es für das Erdfeld die Verteilung von Land und Wasser, von Festland und Weltmeer. Es ist deshalb ein berechtigter und für beide Teile viel versprechender Wunsch der Erdmagnetiker, daß die Vertreter der *Geographie* und *Geologie* sich den erdmagnetischen Verhältnissen der einzelnen Länder mit ihrer ganzen Sachkenntnis zuwenden.

Das Grundmaterial dazu bilden, außer den noch zu veröffentlichenden Aufnahmen dritter Ordnung die oben genannten Karten von *Haußmann*, da sie nicht nur alles Vorhandene vereinigen, sondern auch „wahre“ isomagnetische Linien enthalten. Zum Unterschied gegen die eingangs in ihrem Wesen gekennzeichneten terrestrischen Kurven sind das solche, die ohne jede Ausgleichung unmittelbar den Beobachtungen mit allen ihren Unregelmäßigkeiten folgen, also die magnetischen Zustände jeder Gegend so genau wiedergeben, wie sie bekannt sind. Das ist im Deutschen Reiche sehr ungleich der Fall, wie ein Blick auf die Karten zeigt. Der ganze Westen und Norden entbehrt noch fast jeder engeren Vermessung; Einzelaufnahmen gibt es nur im Harz (*Eschenhagen*), bei Aachen (*Haußmann*) und in Schleswig-Holstein (*Schaper*, Vater und Sohn). An der bayrisch-württembergischen Grenze fällt das Ries auf; es ist von *Haußmann* und auch von *Messerschmitt* einer Einzelaufnahme unterzogen worden. Hier liegt sogar ein Beispiel vor, wie erdmagnetische Messungen unmittelbar in geologischem Interesse angestellt wurden, und zwar mit Erfolg. Es handelte sich darum, den Sitz der störenden Masse zu finden und damit festzustellen, ob *Brancos* Vermutung eines Lakkolithen unterhalb des Rieses berechtigt erscheint. *Haußmann*<sup>1)</sup> fand, daß im Ries nur unterirdische basische Massen, und zwar in etwa 2 km Tiefe, der Sitz der magnetischen Störung sein können. Auch über die Gestalt und Ausdehnung dieser Massen werden Angaben gemacht, die rein aus oberirdischen geologischen Befunden nicht hätten gemacht werden können.

Weiterhin treten in Süddeutschland die Vögeleisen hervor, doch stützt sich die Karte hier nur auf die Aufnahme erster Ordnung. Die Ursache für das unregelmäßige Verhalten des Erdmagnetismus ist hier das Absinken des Urgesteins unter die

Oberrheinebene und die starke Wirkung der randlichen Horste. Daß die Kurven hier punktiert sind, deutet schon an, daß das Netz für solche Fragen nicht ausreicht, und es bleibt eine wichtige Aufgabe, die Einzelaufnahme von Baden und den Reichslanden in Angriff zu nehmen.

Rheinabwärts begegnen wir wieder einem engen Beobachtungsnetz im Großherzogtum Hessen. Hier hat unter Leitung von *K. Schering* in 1911 und 1912 eine Aufnahme mit etwa 12 km Abstand stattgefunden. Noch sind die vom Verf. durchgeführten Messungen nicht veröffentlicht, konnten aber *Haußmann* zur Verwertung in seinen Karten zur Verfügung gestellt werden. Hier zeigen sich zwei Störungsgebiete von geologisch sehr verschiedener Ursache. Die eine Störung liegt parallel dem Neckartal und wird sich als zusammenhängend erzeigen mit dem magnetisch so verschiedenen Verhalten des Keupersandsteins im Süden und des schwer zertrümmerten, nur teilweise und dann nur von einer dünnen Decke Buntsandstein verhüllten magnetischen Odenwalds. Die andere, in Oberhessen, ist durch die tertiären Ergußgesteine des Vogelsbergs bedingt. Indem es möglich sein wird, mit diesen Messungen die gleichzeitig von *Messerschmitt* besorgten an der hessisch-bayrischen Grenze zu vereinen, wird es auch gelingen, den Einfluß der Rhön herauszuschälen.

In Mitteldeutschland fällt dann bei weiterem Betrachten der Karten das unregelmäßige Kurvenbild in Sachsen auf. Es stützt sich nicht nur auf die vorhin erwähnte Vermessung durch *Göllnitz*, sondern auch noch auf die in dem nächsten Jahre von demselben erledigte Feinaufnahme dritter Ordnung. Die geologischen Ergebnisse sind bei der verwickelten Natur der geologischen Verhältnisse des Landes im Auszug nicht wiederzugeben<sup>1)</sup>.

Was bedeuten aber diese räumlich wie der Größe der Werte nach kleinen magnetischen Anomalien gegen die gewaltigen Störungen in den beiden Provinzen West- und Ostpreußen! Und doch liegt hier nicht etwa das Ergebnis einer eingehenden Einzelaufnahme zugrunde, sondern lediglich die beschränkte Zahl Stationen der preussischen Aufnahme erster Ordnung, wenigstens soweit die Hauptkarte in Frage kommt. Was hier besteht, ist offenbar eine ganz andere Gattung von magnetischen Anomalien als die übrigen deutschen Störungen. Sie sind fraglos die westlichen Ausläufer der ebenso großen und ausgedehnten Anomalien in Rußland oder, genauer gesagt, der innerrussischen Tiefebene. Denn was das Kennzeichnende dieser beiden Störungen ist, das ist die Tatsache, daß sie sich nicht an ein Gebirge anlehnen, wie jene, die wir soeben besprochen haben, sondern mitten in einer Tiefebene liegen, die nur von flachen Höhenzügen unterbrochen ist.

<sup>1)</sup> Vgl. *K. Haußmann*, Anh. Abhdl. Akad. d. W. Berlin 1904.

<sup>1)</sup> Vgl. *O. Göllnitz*, Abh. a. d. Berg- u. Hüttenwesen. Freiberg i. S. 1911.



Aber noch ein anderes Gemeinsames haben die beiden Anomalien, und das ist, daß sie sich über einem Untergrund befinden, der bis in große Tiefen hinab keine Faltung zeigt. Es war *Tornquist*<sup>1)</sup>, der zuerst auf diesen Umstand aufmerksam machte und ihn benutzte, um die Westgrenze der baltischen Platte zu finden. In der Tat scheint nach Ansicht des Verf. der westliche Abbruch der Störung in ursächlichem Zusammenhang mit dem Westrande des ungefalteten Gebiets zu stehen. Es ist aber immerhin zu beachten, daß die magnetische Störung sich auch in Vorpommern, Rügen, Mecklenburg, Schleswig-Holstein und Dänemark fortsetzt, also in Ländern, die schon dem von *Tornquist* sogenannten saxonischen Faltungsfeld angehören. Auch der andere Schluß des in der Geologie jener Gegenden so bewanderten Forschers ist wohl abzuändern, daß nämlich die magnetische Anomalie gerade mit der ungestörten Schichtung des Untergrunds ursächlich zusammenhängen müßte. Vom physikalischen Standpunkt aus würde diese Hypothese offenbar recht schwer zu bestätigen sein. Es sei hier bemerkt, daß auf Anregung des verstorbenen Erdmagnetikers *J. Edler* die trigonometrische Abteilung des Großen Generalstabs in Zusammenarbeit mit dem Magnetischen Observatorium zu Potsdam eine äußerst engmaschige Vermessung der magnetischen Deklination in diesen Provinzen durchgeführt hat, deren von *Ad. Schmidt* abgeleitete Ergebnisse für Westpreußen in Form einer Nebenkarte in *Hauffmanns* magnetischen Karten des Deutschen Reiches zur Verwendung gekommen sind.

Auch der Verf. hat an diesen Messungen teilgenommen und dabei Gelegenheit gehabt, mit Ausnahme des Bezirks Memel-Heydekrug, das ganze Gelände kennen zu lernen. Da er von früher her das Bild der magnetischen Störungsfläche vor Augen hatte, war er ungemein überrascht, einen so weit gehenden Parallelismus zu finden zwischen dieser Fläche und der topographischen Gestaltung der Landesoberfläche. Diese aber ist lediglich ein Ergebnis der eiszeitlichen Kräfte, und da alle früheren Schichten, wie gesagt, gänzlich ungefalt sind, also im besten Fall nur wie magnetisierte Platten wirken können, so muß die westlich vom Rand gelegene Anomalie *nur auf Rechnung der quartären Oberflächenformen* gesetzt werden; daß die Randwirkungen vorhanden sind, haben wir ja schon erwähnt.

In Ostpreußen herrscht die Grundmoränenlandschaft vor mit ihrem ewigen Auf und Ab; dies bedingt regellose Anordnung der Kuppen und ebenso regelloses Dazwischenliegen der meist mit Wasser angefüllten Vertiefungen. In genauem Einklang damit finden wir in Ostpreußen ein schwer übersichtliches Wechseln zwischen positiven und negativen Anomalien. Tief schneidet

sich in dies Gebiet das Tal der Weeske ein, mit dem nun wieder eine Linie zu kleiner Vertikalintensität zusammenfällt. Sie zieht sich im übrigen noch nach Süden hin, und zwar nach dem tief eingegraben Gilgenburger See, neben dem sich unmittelbar die wie ein Mittelgebirgsland anmutenden Kernsdorfer Höhen erheben. In bezug auf die Deklination haben wir hier die Linie stärkster Werteänderung vor uns. In Westpreußen haben wir als das vornehmste orographische Gebilde die Endmoränenkreuzung des Turmbergs. Dicht drängen sich um ihn, fast wie Höhenlinien, die Deklinationskurven, mit ihrem Pol nur etwa 15 km westlich vom Turmberg, und auch die Vertikalintensität bestätigt, daß diese Gegend der Sitz der störenden Massen ist. Genauer läßt sich darüber, solange eine Feinaufnahme auch dieses Elements noch aussteht, nicht sagen. Im übrigen verrät gerade die starke Wirkung auf die Deklination die oberflächliche Natur der Störung. Südlich der Turmbergmassen dehnt sich das große Gebiet der Tucheler Heide, ein reines Sandland, orographisch äußerst eintönig, aber auch magnetisch von großer Gleichförmigkeit. Im Süden ist es von einem Endmoränenzug durchsetzt und von den Alluvialtälern der Brahe und des Schwarzwassers. Beides, namentlich aber die letzteren, prägen sich magnetisch deutlich aus. Nach Osten schneidet das alluviale Weichseltief ein; es trägt überall flache und ungestörte Verhältnisse, namentlich das Delta. Nach Osten folgen wieder ungestörte Sandr.

Aus allem geht hervor, daß in der Tat die magnetische Anomalie in Ost- und Westpreußen nur an die Oberfläche gebunden ist. Um sie physikalisch zu erklären, kann es vielleicht genügen, sie genau wie im Gebirge auf den Magnetismus des Gesteins zurückzuführen. So ist der Turmberg zwar kein kompakter Fels, besteht aber aus im Mittel 150 m hoch aufgestapelten Urgesteinsblöcken mächtigster Größe, die erdmagnetisch genau so wirken müssen, wie ein kompaktes Gestein. In Ostpreußen dagegen bestehen die vielen Einzelkuppen bald aus Urgestein, bald aus unmagnetischem Kalk, Lehm oder Mergel und können so bald positive, bald negative Anomalien um sich tragen, während die Sandr und das Alluvium aus unmagnetischem Material gebildet sind. Es ist das aber durchaus nicht die physikalische einzige Möglichkeit der Wirkung. Wirken die quartären Oberflächenformen aber über der baltischen Platte ein, wie hier geschildert, so werden sie es auch dann tun, wenn sie sich über das Schollenland ausdehnen. So ist zu verstehen, daß auch Vorpommern, Rügen, Dänemark usw. in ähnlicher Weise magnetisch gestört sind. Überhaupt wird überall, wo das Eis seine morphologischen Spuren hinterlassen hat, der Blick nach ihrem Einfluß auf magnetische Anomalien hingelenkt, wobei namentlich die Endmoränen wichtig erscheinen (z. B. nordamerikanische Tiefebene).

*Der Umstand, daß in dieser Anomalie alle geo-*

<sup>1)</sup> *A. Tornquist*: Tektonik d. tieferen Untergrunds Norddeutschlands, Sitz. Ber. Akad. d. Wiss. Berlin 38, S. 822 u. ff. 1911.

logischen Formationen mit Ausnahme des Quarz ganz außer Betracht fallen, macht aus ihr einen Haupt- und Angelpunkt für alle Forschung nach dem Zusammenhang zwischen Erdmagnetismus und dem Bau der Erdrinde. Es wäre sehr zu wünschen, daß die Verhältnisse bald wieder so sich gestalteten, daß die magnetische Einzelaufnahme dieser Gegend auch durch die Messung der Intensität des Erdmagnetismus fortgesetzt und solcherweise erst abgeschlossen werden könnte.

So sehen wir, daß die magnetischen Karten des Deutschen Reiches eine Grundlage für weittragende Forschungen abgeben können.

## Über die Entwicklung der Serradella auf leichten und schweren Böden und ihren großen wirtschaftlichen Wert mit Berücksichtigung von Impfungen.

Von Dr. B. Heinze, Halle a. d. S.

(Schluß.)

Was den besonderen Anbauwert der Serradella und ihre Verwendung anbelangt, so ist an einige Punkte schon oben erinnert worden. Einige weitere, besonders wichtige Punkte dürfen indessen nicht unerwähnt bleiben. Zunächst hat der Krallenklee vor allem den großen Vorzug, daß man ihn nach den gerade vorhandenen Bedürfnissen nicht nur als Gründungspflanze, sondern auch als Futterpflanze gut verwerten kann. Dabei muß betont werden, daß sein Futterwert demjenigen des Rotklee kaum nachsteht: Er liefert ein sehr gutes, besonders vom Milchvieh gern genommenes Futter, welches vor allem auch nicht die bekannten Nachteile des Lupinen- und Rotkleeftutters hat. Als zeitig angebaute Hauptfrucht gibt die Serradella meist zwei gute (oft meterhohe) Grünfutter- oder Heuschnitte; den zweiten Nachwuchs kann man als ausgezeichnete Weide für Rinder, Pferde und Schweine benutzen oder aber auch noch zur Gründung unterpflügen. Wegen ihrer reichen Blüte und langen Blütezeit verdient sie schließlich auch in der Bienenzucht eine gewisse Beachtung.

Wegen der geringen Frostempfindlichkeit ist mit der Serradella die Möglichkeit gegeben, die Winterfütterung oft um 4—5 Wochen hinauszuschieben. Auch muß sie um so höher bewertet werden, als sie fast gar nicht verholzt und selbst als spätes Futter sehr stickstoffreich bleibt. Das eiweißreiche Serradellafutter kann sich daher mit den sogen. stickstofffreien und stickstoffarmen Bestandteilen der Rübenblätter usw. zu einem sehr günstigen Nährstoffverhältnisse ergänzen, wodurch zugleich die Milchleistung des Viehes ganz wesentlich gesteigert werden kann. Damit kann zugleich die Bildung von Fett und Fleisch

in einer Jahreszeit sehr begünstigt werden, in der sonst im allgemeinen wohl das Gegenteil zu beobachten ist. Serradella wird auch als Dürrfutter und Preßfutter vom Vieh gern genommen. Auch Samen und Gliederhülsen, Stroh und Spreu können zum Verfüttern verwandt werden und die ersten Stoffe somit die Stelle von gekauften Kraftfuttermitteln bei Rindern und Schafen, besonders auch bei Pferden vertreten.

Die Serradella kann als Unterfrucht ebenso sicher angebaut werden, wie als Hauptfrucht. Ein Anbau als Stoppelfrucht kann nur in seltenen Ausnahmefällen erfolgen und wird im allgemeinen besser vermieden. Zu Futter und zur Gründung wird verschiedentlich auch eine Mischsaat von Serradella und Senf bzw. von Acker-spörgel, Senf und Serradella erfolgreich gebaut. Im Gegensatz zu Rotklee ist Serradella mit sich selbst sehr verträglich. In Lauchstedt wurde z. B. nach achtjährigem, dauernden Anbau noch kein Rückgang ihrer auffallend hohen Erträge beobachtet. Eine hier und da beobachtete gegenseitige Unverträglichkeit von Serradella und Rotklee dürfte wahrscheinlich andere Ursachen (wie z. B. Kalkmangel) haben. In Lauchstedt entwickelt sich Serradella nach Rotklee sogar äußerst üppig, ebenso Rotklee, ferner Gelbklee, Luzerne, Esparsette gut in Serradellaland bzw. nach Serradella-Erdimpfungen. Im Hinblick auf den oben schon erwähnten gegenseitigen förderlichen Einfluß der Serradella und Lupine wäre für manche Verhältnisse auch ein gemischter Anbau der beiden Pflanzen zu erwägen<sup>1)</sup>.

In vielen nord- und mitteldeutschen Wirtschaften beruht der ganze Wirtschaftsplan auf dem erfolgreichen Anbau der Serradella. Insbesondere zur Gründung verwandt, ersetzt sie dort vielfach den Stallmist und ist obendrein billiger, als jede andere Stickstoffdüngung; sie ist in ihrer Wirkung auf die Nachfrüchte oftmals dem Stallmist sogar noch überlegen. Der bekannte Kloostergutsbesitzer und eifrige Vorkämpfer der Gründung auf schwerem Boden, Arndt in Oberwartha (Königreich Sachsen), berichtet schon 1903 (siehe „Landw. Presse“ Nr. 84), daß ihm das Pfund Stickstoff in Form von Serradella-Gründung nur 1¼ Pf. koste, im Stallmist hingegen 36 Pf. und im Chilesalpeter 60 Pf. kostet. Nach Arndt würden die Kosten einer Stallmistdüngung für den sächsischen Acker (= 56 a) etwa 120 M., jene der Serradella-Gründung vom gleichen Stickstoffgehalte jedoch nur 4 M. betragen. Diese Zahlen müssen natürlich jetzt verschiedentlich abgeändert werden, zumal auch der Samen bedeutend teurer geworden ist. Immerhin bleibt die Gründung mit Serradella noch äußerst billig. Schon Schultz-Lupitz

<sup>1)</sup> Auch ein Gemengbau von Klee und Serradella wäre in manchen Gegenden zu erwägen und zu versuchen. Ein solcher könnte vielleicht auch zur besseren und regelmäßigeren Überwinterung der Serradella versucht werden.

konnte die Serradella neben der Lupine als das Allheilmittel für viele Sandbodenwirtschaften bezeichnen, und in vielen Gegenden Ober- und Niederbayerns, in der Pfalz und auch in vielen anderen deutschen Gegenden wird die Serradella jetzt als eine wahre Wohltat für den Sandboden gepriesen. In Preußen allein betrug ihre Anbaufläche schon 1900 ca. 210 000 ha und sie hat seitdem zweifellos schon erheblich zugenommen, soweit es züchterisch und betriebswirtschaftlich möglich war. Ihr Anbau dürfte allmählich zweifellos noch beträchtlich zunehmen, zumal man neuerdings ihr Wachstum durch geeignete Impfungen weitgehend sichern kann, nachdem ja weiterhin durch planmäßige Versuche des Verfassers und anderer Versuchsansteller ihr Anbau auch auf schweren Böden als besonders vorteilhaft nachgewiesen ist und wo voraussichtlich die Serradella vor allem auch als Futterpflanze für manche schwere Böden noch eine größere Bedeutung gewinnen wird, als für die Sandböden. Als Vorfrucht wird man sie obendrein vielfach dazu benutzen können, um manche Böden allgemeiner auch „kleefähig“ zu machen. Zur besseren Verrottung und Ausnutzung der Serradella als Gründüngung ist es bisweilen sehr ratsam, kleine Mengen Mist als Impfstoff mit unterzupflügen.

Was die *Bearbeitung des Bodens und die Vorbereitung zur Aussaat der Serradella* betrifft, so mag hier nur hervorgehoben sein, daß eine möglichst sorgfältige Bekämpfung des Unkrautes jedenfalls eine wichtige Vorbedingung für das Gedeihen der Serradella ist, zumal wenn sie rein als Hauptfrucht angebaut werden soll. Einer etwaigen Verqueckung der Felder, von der so häufig zu hören ist, kann meist schon durch starke Saatmengen vorgebeugt werden. Zur Verhinderung des Aussaums können Samenunkräuter in rein gebauter Serradella geschnitten werden.

Bei der *Düngung der Serradella* sind ähnlich wie bei Lupinen alle frischen Stallmistdüngungen möglichst zu vermeiden. Kunstdünger können bzw. müssen gegeben werden, wenn Nährstoffe fehlen sollten. Für Kali- und Phosphorsäuredüngungen — die letzten werden auf sandigen Böden am besten in Form von Thomasmehl gegeben — ist die Serradella sehr dankbar. Beide Dünger werden besser einige Zeit vor der Aussaat gegeben. Den Stickstoff (N) entnimmt die Serradella als N-sammelnde Pflanze bekanntlich mit Hilfe der Knöllchenmikroben zum großen Teile aus der Luft, zum Teil aber auch aus dem Boden selbst. Wie Lupine und Erbse, ist nach neueren Beobachtungen des Verfassers auch Serradella für eine geringe Stickstoffdüngung (und zwar vor der Bestellung am besten in Form von Ammoniak gegeben) sehr dankbar, wenigstens auf schweren Böden. Größere Stickstoffdüngungen sind natürlich überflüssig und bedeuten eine Verschwendung an Geld. Durch N-Düngungen oder durch reichlichen Gehalt des Bodens an löslichem Stickstoff wird übrigens die Knöllchenbildung keineswegs so un-

günstig beeinflußt oder womöglich ganz verhindert, wie dies von manchen Seiten öfters betont wird.

Es kann aber auch eine vollständig knöllchenfreie Serradella durch reichlichen Bodenstickstoff bzw. durch Düngung mit löslichen N-Verbindungen zur vollen, regelrechten Entwicklung gebracht werden. Ihre Farbe ist dann auch ohne jede Knöllchenbildung schön dunkelgrün und ihr Stickstoffgehalt ein hoher. Zur weiteren Erforschung der wichtigen Knöllchenbildungsfrage und der damit zusammenhängenden Stickstoffbindungsfrage sind übrigens neben der Serradella auch die verschiedenen Lupinenarten, sowie die Sojabohne (*Soja hispida*) vorzügliche Versuchspflanzen, wie überhaupt alle Hülsenfrüchte, die auf bestimmten Böden beim ersten Anbau ohne eine Impfung keine Knöllchen bilden. Wenn man dann in geeigneter Weise noch dafür sorgt, daß die im Boden vorhandenen oder während des Pflanzenwachstums neu sich bildenden, löslichen Stickstoff-Verbindungen nicht mehr gebildet oder möglichst ganz fortgenommen werden (durch einen Zusatz von organischen Stoffen, wie Zucker, Stärke, Pflanzenresten bzw. durch eine Schwefelkohlenstoffbehandlung des Bodens), so kann man in lehrreicher Weise durch solche Versuche, und zwar solche ohne eine Impfung und solche mit einer besonderen Impfung, den schon von *Hellriegel* und *Wilfarth* abgeänderten *Boussingaultschen* grundlegenden Versuch über die Stickstoffbindung weiterhin abändern und ihn damit für Vorführungen ziemlich einfach gestalten.

An *Samen beim Serradellaanbau* darf nicht gespart werden: Man gibt beim erstmaligen Anbau am besten 70—80 kg auf 1 ha; auch soll man bei später wiederholtem Anbau möglichst nicht weniger als 40—50 kg auf 1 ha geben. Es muß auf die Reinheit des Samens in bezug auf Seide usw. geachtet werden, ebenso auf die Beschaffenheit des Saatgutes, da der Samen meist sehr ungleich reift. Keimprüfungen usw. sind immer anzuraten.

Von den *pflanzlichen und tierischen Feinden und Schädlingen* wird (wie alle Leguminosen) auch die Serradella öfters befallen, meist aber nicht stark getroffen. Wegen Raummangel kann hier nicht näher darauf eingegangen werden. Es mag aber nicht unerwähnt bleiben, daß nach allen bisherigen Erfahrungen gerade die Serradella wohl mit am wenigsten unter den verschiedensten möglichen Krankheiten der Leguminosen zu leiden hat, was ebenfalls zugunsten eines verstärkten Anbaues spricht und ihren Anbauwert wesentlich erhöht. Wenn man bei der Serradella als Haupt- oder Einbaufrucht mehrere Schnitte gewinnen will, so muß man sie schneiden, solange noch kein nennenswertes Lagern und kein auffallendes Schwinden am Boden zu beobachten ist. (Im übrigen sollte man sie möglichst dann schneiden, wenn Regen zu erwarten ist.)

Der *Krallenklee* ist nach alledem eine noch lange nicht genügend gewürdigte Futter- und

*Gründungspflanze.* Sein sehr lohnender Anbau sollte vor allem auch auf schwereren Böden mehr als bisher versucht werden, um ihn auch auf solchen Böden allmählich in größerer Ausdehnung heimisch zu machen. Bei ausreichender Wasserversorgung usw. gelingt dies ja in den meisten Fällen sehr leicht durch wiederholten Anbau, bei reichlicher Phosphorsäure- und Kalidüngung, wenn es daran fehlt. Aber auch schon beim ersten Anbau dieser Frucht können mit „Impferden“ oder mit den genugsam bekannten Impfstoffen „Azotogen“ und „Nitragin“ bereits schöne gute Ernten erzielt werden. Neben den besprochenen Anbauversuchen auf Sandböden verdienen jedenfalls auch die Versuche auf schweren Böden mehr Beachtung, nachdem auch von vielen anderen Forschern fast durchweg sehr günstige Ergebnisse erzielt worden sind. Nach all den mannigfachen Berichten konnten auf beiderlei Bodenarten mit „Impfungen“ Serradellaernten erzielt werden, die im allgemeinen den schönsten Rotklee-Ernten entsprechen oder sie zuweilen noch weit übertreffen. Die entsprechenden ungeimpften Serradellastücke standen meist ganz erbärmlich. Mit geeigneter Impfung können bei eingebauter Serradella (also als Untersaat) auf dem Hektar bis zu 500 Ztr. und als Hauptfrucht bis zu 800 Ztr. und selbst bis zu 1000 Ztr. und noch darüber geerntet werden. Die alte Behauptung, neben Lupine und Sandwicke nehme Serradella eine Sonderstellung für die leichteren Böden ein, ist jedenfalls falsch. Nach den Erörterungen des Verfassers hat der Krallenklee obendrein viele Vorzüge. Die Mängel aber, die ihm unter Umständen anhaften, können meist sehr leicht behoben, in allen Fällen aber bedeutend eingeschränkt werden. Ein ausgedehnterer Anbau dieser wertvollen Pflanze auf leichten und schweren Böden kann also nach allen bisherigen Versuchen unter besonderer Berücksichtigung der neuerdings gemachten Erfahrungen nur um so wärmer empfohlen werden, als der Krallenklee auch als Futterpflanze in verschiedener Hinsicht ganz besondere Beachtung verdient. Wie übrigens *Prof. Dr. Hittcher*, Königsberg, neuerdings berichtete (*Mitt. d. D. L. G.* 1912, Bd. 26, S. 498), wurde nach seinen umfangreichen Fütterungsversuchen der höchste Fettgehalt der Morgenmilch, wie auch der Abendmilch (nämlich 3,92 % bzw. 3,75 % Fett) gerade zur Zeit der Serradellafütterung beobachtet. Schließlich mag noch besonders betont sein, daß die genannten „künstlichen Impfstoffe“ in ähnlicher Weise, wie die „Impferden“ („Naturimpferden“) zur Förderung des Leguminosenbaues im allgemeinen, wie des Krallenkleebaues im besonderen, nicht hoch genug gewürdigt werden können, zumal jene als Impfstoffe öfters wirklich vorteilhafter und bequemer zu verwenden sind, als die „Naturimpferden“ — namentlich dann, wenn bei diesen erst eine weite Verfrachtung notwendig wird, oder wenn gerade keine gesunden, vollauf wirksamen „Impferden“ zur

Verfügung stehen<sup>1</sup>). Der Preis der künstlichen Impfstoffe ist im allgemeinen sehr niedrig. In vielen Fällen kann man nach unseren Erfahrungen jedoch ebenso vorteilhaft Impferden verwenden.

Die „Azotogen“-Impfstoffe (der pflanzenphysiologischen Versuchstation Dresden nach *Prof. Dr. Simon*) sind in den Grundzügen dem Nitragin ähnlich<sup>2</sup>); sie werden neuerdings von dem Hause *Humann & Teisler* in Dohna bei Dresden (unter regelmäßiger Nachprüfung von *seiten Simons*) in sehr gut wirksamer Form als Erdkulturen in den Handel gebracht. Die Hiltnerschen „Nitraginkulturen“ werden seit einer Reihe von Jahren nur noch an bayerische Landwirte abgegeben und sind nach den vorliegenden Berichten in ihrer schon seit Jahren verbesserten Form zweifellos sehr wirksame Impfstoffe. Hingegen ließen die „Nitraginkulturen“ der Agrikulturwerke *Dr. A. Kühn* in Bonn a. Rh. auch nach unseren eigenen Versuchen bisweilen zu wünschen übrig. Jedenfalls kann man jetzt mit beiderlei Arten von Impfstoffen — sowohl mit Naturimpferden, wie auch mit künstlichen Zuchten — überaus bedeutende Mehrernten an Stickstoff (N) und an organischer Masse gewinnen, und zwar vor allem auch schon mit einer weitgehenden Sicherung der Entwicklung und des Erfolges, innerhalb der natürlichen Grenzen. Nach mancherlei Untersuchungen und Beobachtungen des Verfassers, die neuerdings auch anderweitig bestätigt wurden, werden besonders die knöllchenbildenden Serradellaorganismen noch wesentlich in ihrer Wirkung unterstützt durch eine gleichzeitige Zufuhr oder eine geeignete Förderung der im Boden schon vorhandenen, freilebenden Stickstoff sammelnden Azotobakterorganismen<sup>3</sup>). Im übrigen wurden beim Anbau von Hülsenfrüchten und Kleearten die hier kurz besprochenen Mehrernten an Stickstoff und an Pflanzenmasse von uns und anderen Versuchsanstaltern schon bei zahlreichen vergleichenden Impfversuchen erzielt, bei denen Nitragin, Azotogen oder Impferde als Impfstoff verwandt wurde. Von der Verwendung anderer, als der oben genannten Impfstoffe, die im Handel meist auch noch in einer geradezu marktschreierischen Weise angepriesen wurden, muß auf Grund der bisherigen Prüfungen entschieden abgeraten werden. Die Preise mancher in den Handel gebrachten künstlichen Impfstoffe müssen obendrein als ganz außerordentlich hohe bezeichnet werden. Auf die Erntezahlen der schon zahlreich

<sup>1</sup>) Und wenn zuweilen Gefahr besteht, mit den Impferden gleichzeitig auch schlimme Pflanzenschädlinge pflanzlicher und tierischer Art mit zu überführen.

<sup>2</sup>) Ebenso wie das Hiltnersche und Kühnsche Nitragin fußt auch der Azotogenimpfstoff auf dem Beyerinckschen Reinzuchtverfahren: er stellt aber einen nach besonderen Gesichtspunkten gewonnenen Impfstoff vor.

<sup>3</sup>) Nach unseren eigenen Beobachtungen scheint zu solchen Versuchen neben dem Krallenklee besonders auch die Sojabohne (*Soja hispida*) eine gute Versuchspflanze abzugeben, zumal dann, wenn man sie auf Moorboden heranzuziehen sucht.

vorliegenden vergleichenden Impfversuche, zumal im Vergleiche zu ungeimpft gebliebenen Kleearten und Hülsenfrüchten, kann hier nicht näher eingegangen werden. Ebenso mögen die kurzen Bemerkungen über die Brauchbarkeit der verschiedenen Impfstoffe hier genügen. Wer aber als Fernerstehender gleichwohl etwas Näheres über diese auch praktisch sehr wichtige Frage wissen möchte, der kann sich u. a. in der eingangs erwähnten Arbeit des Verfassers im 10. Jahresberichte der Vereinigung für angewandte Botanik 1912 (Seite 111—114) eingehender unterrichten.

### Besprechungen.

**Külpe, Oswald, Einleitung in die Philosophie.** 7. verbesserte Auflage. Leipzig, S. Hirzel, 1915. X, 389 S. Preis geh. M. 5,—, geb. M. 6,—.

Das in der jüngsten Zeit neu erwachte philosophische Interesse hat ein lebhaftes Bedürfnis nach einleitenden Schriften mit sich gebracht. Allein in Deutschland gibt es eine ganze Anzahl solcher Veröffentlichungen, die z. T. in mehreren oder gar vielen Auflagen erschienen sind. Unter diesen Einleitungen in die Philosophie nimmt das Külpesche Buch eine besondere Stellung ein. „Die Absicht, eine vorläufige, aber vollständige Orientierung über das Werden und Wesen der Philosophie zu geben, veranlaßt die Aufnahme von Betrachtungen und Mitteilungen, die man früher einer Enzyklopädie der Philosophie vorzubehalten pflegte“ (S. V). Mit anderen Worten: *Külpe* will den Leser nicht nur durch irgendeine Pforte hineinführen in irgendein Teilgebiet des ganzen weiten Arbeitsfeldes wissenschaftlicher Philosophie, in eine oder einzelne Hauptdisziplinen, in ein einzelnes System, etwa in die Weltanschauung des Verf., oder in die Geschichte der Philosophie, wie andere Einleitungen es tun, sondern er führt uns hindurch durch das ganze weite Land philosophischen Denkens, durch die Gedankenwege der Vergangenheit und Gegenwart. Der Leser gewinnt einen Einblick in die philosophischen Teilwissenschaften, in die allgemeinen Disziplinen: Metaphysik, Erkenntnistheorie, Logik, und in die besonderen: Naturphilosophie, Psychologie, Ethik, Rechtsphilosophie, Ästhetik, Religionsphilosophie und Philosophie der Geschichte. Dann werden die Richtungen, die sich bei der Bearbeitung der Hauptgebiete herausgebildet haben, historisch und sachlich dargelegt, die erkenntnistheoretischen Richtungen: Rationalismus, Empirismus und Transzendentalismus, Dogmatismus, Skeptizismus, Positivismus und Kritizismus, Konsenzialismus, Realismus und Phänomenalismus; dann die metaphysischen Richtungen: Singularismus und Pluralismus, Materialismus, Spiritualismus, Dualismus, Monismus, Mechanismus und Teleologie, Optimismus und Pessimismus, Determinismus und Indeterminismus, theologische, psychologische Richtungen in der Metaphysik; endlich die ethischen Richtungen. Die Darstellung wird überall von sachlich ruhiger, nicht überwuchernder Kritik begleitet, aus der die Külpeschen Überzeugungen sichtbar werden, ohne durch ihr Hervortreten den historischen oder systematischen Bericht zurückzudrängen. Die Betrachtung der philosophischen Disziplinen und Richtungen bildet die Grundlage für das Schlußkapitel, das von Aufgabe und System der Philosophie handelt. Eine einheitliche Defi-

nition, welche die Philosophie gegen die übrigen Wissenschaften scharf abgrenzen könnte, ist unmöglich. In Vergangenheit und Gegenwart war und ist es Aufgabe der Philosophie, eine wissenschaftlich begründete Weltansicht zu bilden, die Voraussetzungen aller Wissenschaften zu untersuchen, endlich neue Einzelwissenschaften und einzelwissenschaftliche Erkenntnisse vorzubereiten.

Über die beiden Hauptkapitel des Buches, die in knapper und gedrängter Darstellung die Teildisziplinen der Philosophie und ihre Richtungen behandeln, ein ins einzelne eindringendes Referat zu geben, ist hier unmöglich. Doch können wir die von *Külpe* durchgeführte Behandlungsweise verdeutlichen, indem wir über die Ausführungen zur Naturphilosophie berichten, die für die Leser dieser Zeitschrift ja in erster Linie von Bedeutung sind. Die Naturphilosophie umfaßte einst das gesamte Wissen von der Natur, zu der auch das Seelenleben gerechnet wurde. Wir verstehen jetzt unter der Naturphilosophie Metaphysik der Natur (d. h. der Körperwelt) und Wissenschaftslehre (also Erkenntnistheorie und Logik) der Naturwissenschaft. Nach dieser Aufgabenbestimmung wird die Geschichte der Naturphilosophie verfolgt. Mit der Naturphilosophie beginnt das Philosophieren der Griechen. Frühzeitig erreicht unsere Disziplin in der Atomistik einen Höhepunkt. Die atomistisch-mechanistische Auffassung wird durch *Plato* und *Aristoteles* zugunsten einer teleologischen Naturansicht zurückgedrängt. In der beginnenden Neuzeit entwickeln sich Philosophie und Naturwissenschaft in inniger Verbindung zu neuer Blüte. Methode und Resultate der neuen Naturerkenntnis wirken umgestaltend auf die philosophische Betrachtungsweise ein. Im 18. Jahrhundert trennen sich Naturphilosophie und Naturwissenschaft, wie z. B. *Kants* „Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft“ (1786) zeigen. Es folgt die spekulative Naturphilosophie *Schellings* und seiner Schule. Nach ihrem Niedergang und dem Sturze der Hegelschen Philosophie verhielten sich die Naturforscher allgemein ablehnend gegen die Bestrebungen der Fachphilosophen. „Seitdem ist es üblich geworden, daß die Naturforscher selbst ihren Bedarf an Philosophie bestreiten, und daß die Philosophen sich der besonderen Aufgabe einer Naturphilosophie nur in dem allgemeineren Rahmen der Metaphysik oder der Erkenntnistheorie und Logik annehmen“ (S. 64). Dieser Zustand ist unerfreulich insofern, als das Philosophieren der Naturforscher vielfach unter der Unkenntnis der Gedankenschatze der philosophischen Entwicklung und unter der Überschätzung der Folgerungen aus diesem oder jenem Spezialgebiet leidet; unerfreulich andererseits aber auch, weil die gewaltigen Umwälzungen in der Naturforschung der letzten Jahrzehnte den Philosophen die Aufgabe *geschlossen* naturphilosophischer Untersuchung stellt.

Als angewandte Erkenntnistheorie hat die Naturphilosophie die Grundbegriffe und Grundsätze der Naturwissenschaft zu bearbeiten, also Naturbegriffe, wie die der Materie, der Energie, des Atoms, des Lebens, Grundsätze, wie das Prinzip von der Erhaltung des Stoffes, das Trägheitsaxiom, das Relativitätsprinzip, das Prinzip der Vererbung zu untersuchen. Als angewandte Logik muß die Naturphilosophie die Methoden der Naturwissenschaften, den in ihnen herrschenden logischen Zusammenhang betrachten. Mit dieser erkenntniskritischen und logischen Untersuchung der Voraussetzungen der Naturforschung verbindet sich in der Naturphilosophie eine spezielle Metaphysik der



Natur, die, an die weitreichenden Hypothesen und Theorien der Naturwissenschaften anknüpfend, die Naturerkenntnis zu einer wahrscheinlichen Gesamtkonzeption abrunden und erweitern will. Manche Theorien und Prinzipien der heutigen Naturwissenschaft, wie Atomismus und Deszendenztheorie, Stofferhaltungs- und Energieerhaltungsprinzip, stammen aus der Naturphilosophie. Diese, namentlich die Metaphysik der Natur, hat also auch die Aufgabe, Begriffe und Hypothesen zu antizipieren, die später auf Grund einzelwissenschaftlicher Prüfung in die Naturwissenschaften aufgenommen werden können.

Diese Anschauungen über die Aufgaben der Naturphilosophie kommen zum Teil zur Geltung bei der Betrachtung der metaphysischen Richtungen, bei der *Kölpe* in einem besonderen Paragraphen über Mechanismus und Teleologie naturphilosophische, insbesondere biologisch-philosophische Fragen in Angriff nimmt. Auch hier bereitet der historische Bericht über die Problementwicklung die sachliche Erwägung der Problemlage vor, bei der erkenntnistheoretische Überlegungen eine wichtige Rolle spielen. *Kölpe* entscheidet sich für den Psychovitalismus als die plausibelste Hypothese zum Verständnis der organischen Zweckmäßigkeit; seelische Faktoren wirken im Lebendigen und geben ihm seine eigentümliche Zielstrebigkeit. Diese Hypothese führt uns weiter zu metaphysischen Auffassungen, denen *Kölpe* jedoch in weiser Selbstbeschränkung enge Grenzen steckt.

Die siebente Auflage des übrigen auch in 4 Übersetzungen vorliegenden, gehaltvollen Buches weist im einzelnen manche Verbesserungen auf, ergänzt die Literaturangaben durch Berücksichtigung des Neuerschiedenen, bringt jedoch keine einschneidenden Umgestaltungen. Dem Ref. erscheint das Werk mehr noch als für völlig unkundige Anfänger empfehlenswert für philosophisch Interessierte, die bereits dies oder jenes philosophische Werk gelesen, die eine oder andere Vorlesung gehört haben, die hier oder dort, wie es der Zufall brachte, das ausgedehnte Forschungsgebiet der Philosophie betreten haben, denen aber der Überblick noch fehlt über das Ganze dieses Gebietes, über die Wege, die in ihm bereits gebahnt sind, über die Richtungen, in denen die Denkarbeit weiter strebt. Sie werden in dem Buche einen trefflichen Führer finden. Doch hat das Werk nicht nur didaktischen Wert; durch seine unbefangenen Kritiken, seine wohlwogenen Stellungnahmen und seine lichtvollen Ausblicke gewinnt es nicht geringe Bedeutung für die philosophische Forschung.

E. Becher, Münster.

**Krüger, Felix, Über Entwicklungspsychologie. Ihre sachliche und geschichtliche Notwendigkeit.** Arbeiten zur Entwicklungspsychologie, herausgegeben von F. Krüger, 1. Bd., Heft 1. Leipzig, W. Engelmann, 1915. X, 232 S. Preis M. 9,—.

Verf. geht aus von der kritischen Lage der gegenwärtigen Psychologie. Trotz aller Fortschritte seelenwissenschaftlicher Methodik bleibt es bei einem Durcheinander psychologischer Richtungen, die in bezug auf Grundanschauungen und Tatsachenbeschreibungen weit auseinandergehen. Kein Wunder, daß die Nachbarwissenschaften, wie Pädagogik, Sprachwissenschaft, Völkerkunde, Wirtschaftslehre, die Geisteswissenschaften, für die die Psychologie doch grundlegende Bedeutung haben sollte, ihr hier und dort enttäuscht, gleichgültig oder gar ablehnend gegenüberstehen. Und wenn diese Nachbarwissenschaften, wie etwa die Wirtschaftslehre, sich um ihre psychologischen Grundlagen und Pro-

bleme bemühen, so kommt ihnen die Psychologie nicht oder nicht genügend entgegen.

Wenn so die Psychologie, die allgemeine Lehre vom geistigen Geschehen, abgeschnitten erscheint von den speziellen Geisteswissenschaften, von den Bestrebungen, das konkrete Leben der Geisteskultur zu begreifen, so kann diese Trennung doch keinesfalls gerechtfertigt werden durch wissenschaftstheoretische Überlegungen, die einen fundamentalen Gegensatz zwischen den „historischen“ oder „Kulturwissenschaften“ und dem psychologischen Erkennen konstruieren wollen. Nicht die Aufgabe oder Methode der Psychologie bedingt an sich jene Trennung, sondern die bisherige Arbeitsweise der Psychologie trägt die Schuld an der verhängnisvollen Erscheinung einer Entfremdung zwischen Seelenlehre und speziellen Geisteswissenschaften.

Die Grundanschauungen und die Arbeitsweisen der Psychologie sind im Laufe ihrer Geschichte aufs stärkste beeinflusst worden durch das Vorbild der Naturwissenschaften. Verhängnisvoll hat es in mancher Hinsicht gewirkt, daß nicht so sehr die biologischen Naturwissenschaften das ideale Vorbild der Lehre vom Seelenleben abgegeben haben, daß vielmehr die Physik und insbesondere die Mechanik als Vorbild und Richtschnur psychologischen Denkens wirkten. Die frühzeitige glänzende Entwicklung der Mechanik und der mit dieser verbundenen Atomistik brachte es mit sich, daß die Psychologie ihnen nachstrebte, obwohl innerhalb des Naturgeschehens nicht das einfache mechanische, sondern das Lebensgeschehen die fruchtbarsten Analogien zum seelischen Geschehen aufweist. Es entstand so eine psychologische Atomistik, die das Seelenleben als ein von psychischen Kräften beherrschtes Getriebe seelischer Atome (Vorstellungen, Empfindungen, Elemente) auffassen wollte. Die experimentelle Methode der neueren Psychologie, die Erweiterung und Vertiefung der psychologischen Forschung haben über die psychologische Atomistik und Vorstellungsmechanik zwar vielfach hinausgedrängt. Aber es gilt, die sich als notwendig erweisende Erweiterung der psychologischen Arbeit in methodischer Klarheit zu vollziehen. Die mechanistisch-atomistische Psychologie übersieht die Bedeutung der seelischen Entwicklung. Auf diese ist zwar die Psychologie in der Kinder- und Tierseelenkunde gestoßen. Die Bedeutung der genetischen Fragestellung ist aber eine durchaus umfassende; das ganze Seelenleben hängt von seiner Vorgeschichte ab. Das gilt insbesondere von den sozialpsychischen Erscheinungen. Ferner ist das Seelenleben des Einzelnen aufs tiefste beeinflusst von seiner Entwicklung in sozialen Verbänden. Die bisherige Psychologie, die vorwiegend ungenetisch und individualistisch gerichtet war, bedarf also einer Ergänzung durch sozialgenetische Seelenforschung. Erst dadurch kann die Seelenlehre aus der Sphäre der Abstraktionen der „Allgemeinen Psychologie“ des erwachsenen Normalindividuums hineingeführt werden in das konkrete Geistesleben, zum Verständnis der sozialen Erscheinungen, der geistigen Entwicklung der Kulturphänomene in Gemeinschaften und Völkern.

Zu der sozialgenetischen Fragestellung drängen zahlreiche Ansätze in der Psychologie der Gegenwart hin, die von Krüger mit umfassender Sachkenntnis aufgewiesen werden. Diese Fragestellung gibt aber auch die Möglichkeit, die Seelenlehre als sozialgenetische Kulturpsychologie in das sachlich geforderte enge Verhältnis zu den speziellen Geisteswissenschaften zu bringen und so jene unnatürliche und für alle Beteiligten schädliche Trennung zu beseitigen, von der oben die

Rede war. Dabei gilt es, der sozialen Entwicklungspsychologie trotz enger Beziehungen doch ihre Selbstständigkeit zu bewahren gegen die Nachbargebiete, etwa gegen Soziologie und Völkerkunde. Dies führt insbesondere zu der logisch-methodologischen Untersuchung der Völkerpsychologie, „dieses bisher am weitesten geförderten Stückes Entwicklungspsychologie“ (S. 220). „Die Psychologie, einschließlich ihrer genetischen Fragerichtungen, erkannten wir als die einzige *reine Gesetzeswissenschaft* vom geistigen Geschehen“ (S. 200). Diese Definition ermöglicht überall die Abgrenzung gegen die Nachbarwissenschaften, auch wo die Seelenlehre als Völker- oder soziale Kulturpsychologie deren Gegenstände, wie Sprache, Recht, Religion, Kunst, Wirtschaft, untersucht.

Die Betrachtung der Wundtschen Völkerpsychologie leitet schließlich über zu philosophischen Ausblicken. Die neu aufblühende Philosophie wird sich verbinden müssen „mit den Bestrebungen zur gesetzlichen Entwicklungstheorie des Geistes und des Lebens überhaupt, wie sie neuerdings aus allen Wissenschaften vom Leben der Philosophie entgegenwachsen“ (S. 231).

Das Buch ist wesentlich methodologischen und programmatischen Inhalts. Es stützt seine Forderungen an die Psychologie und die psychologische Arbeitsweise auf eine Fülle von Gründen und Erwägungen, deren Gewicht bei ihrer außerordentlichen Mannigfaltigkeit dem Leser wohl sehr verschieden erscheinen mag. Das Buch will Neues; da ist es leicht verständlich, daß das Alte, die bisherige Psychologie und ihre Arbeitsweise und Theorienbildung, zuweilen in reichlich ungünstiges Licht gesetzt wird. Wenn der Ref. der Kritik des Verf. daher nicht überall zustimmen kann, so darf er trotzdem den Zweck des Buches, die sozialgenetische Fragestellung in der Psychologie, entschieden anerkennen und sich der mit tiefem und umfassendem Wissen dargebotenen Begründung dieses Zieles freuen. Hoffen wir, daß positiv-sachliche Arbeit demnächst den Wert des schönen Programms noch handgreiflicher vor Augen führen möge.

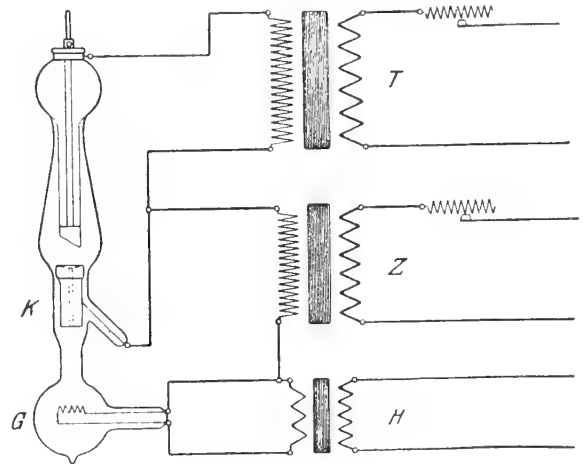
Vielleicht darf man auch hoffen, daß diese Arbeit über das Programm hinauswachsen wird; eine aus der Schule des Verf. hervorgegangene tierpsychologische Arbeit von H. Volkelt stützt diese Hoffnung. Im vorliegenden Werk steht die sozialgenetische Psychologie sehr im Vordergrund; das Gebiet der Entwicklungspsychologie ist aber viel weiter. Die Kinder- und Jugendpsychologie erfreut sich bereits sorgfältiger Pflege. Die allgemein-biologische Entwicklungspsychologie, an die beim Lesen des Titels der vorliegenden Untersuchung wohl mancher denkt, verdient ebensowohl vermehrte Bearbeitung von seiten deutscher Psychologen.

E. Becher, Münster.

## Physikalische Mitteilungen.

Die Röntgenröhre nach Dr. J. E. Lilienfeld. Während in der bisherigen Entwicklung der Röntgentechnik die Röntgenröhre nur geringe Veränderungen durchgemacht hat und das Hauptinteresse auf eine Verbesserung der Methoden zur Erzeugung des für die Röntgenröhre nötigen hochgespannten Stromes gerichtet war, sind in der letzten Zeit mancherlei Anregungen bekannt geworden, die darauf abzielen, das Wesen der Röntgenröhre von Grund auf umzugestalten. Nach dem Grundgesetz, daß überall dort, wo Kathodenstrah-

len auf Materie auftreffen, Röntgenstrahlen entstehen, ist für das Zustandekommen der Röntgenstrahlen die Anwesenheit der Kathodenstrahlen Bedingung. Bei den bisher in der Praxis gebrauchten Röhren war die Kathodenstrahlung eine selbständige Entladung, d. h. sie entstand bei Anlegung einer sehr hohen Spannung in der nicht ganz ausgepumpten Röhre. Bei den neuen Röhren (Coolidge, Lilienfeld) wird eine unselbständige Entladung zur Erzeugung der Kathodenstrahlen benutzt, und zwar die von Wehnelt gefundene Erscheinung, daß von einer glühenden Elektrode bei Anlegung relativ geringer Spannung auch im extremsten Vakuum Kathodenstrahlen ausgesendet werden. Läßt man diese Kathodenstrahlen auf eine in ihren Weg gestellte Antikathode fallen, so kann man sie zur Erzeugung von Röntgenstrahlen benutzen. Das geschieht in den Röhren von Coolidge einerseits und von Lilienfeld andererseits. Die Röhre des letzteren wird in der vorliegenden Arbeit von F. J. Koch beschrieben, der sie und den dazu nötigen elektrischen Apparat gemeinsam mit Lilienfeld durchgebildet hat. (F. J. Koch, Die Röntgenröhre nach Dr. J. E. Lilienfeld. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen. Bd. 23, Mai 1915.) Danach hat die Lilienfeldröhre folgende Gestalt:



Bei G befindet sich der Heizdraht, der als Glühkathode dient, und der durch den Heiztransformator H in Weißglut versetzt wird. Zwischen ihm und der Elektrode K entstehen die Wehneltschen Kathodenstrahlen, die durch eine Durchbohrung der Elektrode K treten und den eigentlichen Entladungsraum ionisieren. Zwischen K und der Antikathode liegt die Spannung, die die eigentlichen, zur Erzeugung der Röntgenstrahlen verwendeten Kathodenstrahlen erzeugt. Sie wird durch den Transformator T geliefert. In den Zuleitungen des Transformators Z und T zur Röhre ist je ein Hochspannungsgleichrichter eingebaut zu denken, der die beiden Wechsel der Wechselstromes gleichrichtet (in der Fig. fortgelassen); außerdem müssen die vom Zündstrom- und dem Haupttransformator gelieferten Stromkreise in Phase sein, damit das Maximum der Spannung zwischen K und der Antikathode in demselben Augenblick vorhanden ist, wie das Maximum der Spannung in der Entladungsstrecke der Wehneltkathodenstrahlen. Die Röhre, deren Inneres vollständig ausgepumpt ist, liefert um so weichere Röntgenstrahlen, je mehr Wehneltkathodenstrahlen durch die Durchbohrung der Kathode K treten. Die Härte der Röhre ist daher durch Regulierung der

Spannung des Zündstromtransformators zu ändern. Bei der endgültigen Anordnung ist der Zündstromtransformator dadurch überflüssig gemacht, daß der Zündstromkreis parallel zum Transformator  $T$  abgenommen und durch einen Regulierwiderstand hoher Ohmzahl reguliert wird.

Inwieweit die Konstruktion der Lilienfeldschen Röntgenröhre durch die Coolidge-Röhre angeregt ist, kann an dieser Stelle nicht entschieden werden.

P. Lg.

Das Atomgewicht einiger nicht irdischer Elemente im Orionnebel haben *Bourget, Fabry* und *Buisson* (*Astrophys. J.* 40, S. 241, 1914) mit Hilfe des Fabry- und Perotschen Interferometers bestimmt. Dieses wurde an das große Spiegelteleskop der Marseiller Sternwarte angesetzt. Ein geeignetes Projektionssystem entwarf neben den Interferenzringen zugleich ein Bild des Nebels in 80-facher Vergrößerung auf der photographischen Platte. Zunächst wurde die Wellenlänge der blauen Wasserstofflinie genau gemessen; aus der Abweichung des gefundenen Wertes von dem an irdischen Lichtquellen erhaltenen ließ sich nach dem Dopplerschen Prinzip die Radialgeschwindigkeit des Orionnebels zu  $(+15,8 \pm 1)$  km/sec berechnen; er weicht also von der Sonne zurück. Der Nebel bewegt sich aber nicht nur als Ganzes, sondern die einzelnen Teile besitzen noch wieder Bewegungen gegeneinander, wie man sofort aus der Deformation der Interferenzringe erkennt. An verhältnismäßig naheliegenden Stellen treten Geschwindigkeitsdifferenzen bis zu 10 km/sec auf. Auf dieselbe Weise wurde auch festgestellt, daß der Nebel um eine von SO nach NW verlaufende Achse rotiert. Sodann wurde die Wellenlänge der ultraviolettten Doppellinie bei 3727 genau gemessen und dadurch festgestellt, daß es sich nicht um eine Linie des Sauerstoffs, sondern um die eines auf der Erde nicht vorkommenden Elementes handelt. Das Atomgewicht  $m$  desselben ließ sich nun mit Hilfe der schon wiederholt experimentell gut bestätigten Formel

$$N = 1,22 \cdot 10^6 \cdot \sqrt{m/T}$$

berechnen, in welcher  $N$  die Ordnungszahl, bei welcher die Interferenzen verschwinden, und  $T$  die absolute Temperatur bedeuten. Um die letztere zu eliminieren, wurde auch die entsprechende Ordnungszahl für Wasserstoff bestimmt, dessen Atomgewicht bekannt ist. Für irgend zwei Elemente gilt, wie leicht ersichtlich, die Beziehung

$$N'/N'' = \sqrt{m'/m''}$$

Mit Hilfe der experimentell gefundenen Werte  $N' = 10\,000$  für Wasserstoff und  $N'' = 16\,500$  für das neue Element ergibt sich dessen Atomgewicht zu 2,74. Da die Bestimmung der Ordnungszahlen mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist, so kann man wohl nur sagen, daß das Atomgewicht des neuen Elementes etwa den Wert 3 hat. Analog wurde das Atomgewicht des Elementes, welches die grüne Linie 5006 emittiert, zu etwa 2 bestimmt. Aus dem bekannten Atomgewicht des Wasserstoffs ergibt sich schließlich mit Hilfe der ersten Formel die Temperatur des Orionnebels zu rund 15 000°.

*Nicholson* macht darauf aufmerksam (*C. R.* 159, S. 1322, 1914), daß die gefundenen Atomgewichte in naher Übereinstimmung stehen mit den Werten, welche er aus seiner Theorie der Nebel und der Wolf-Rayet-Sterne berechnet hat. Nach dieser kommen in den Nebeln die folgenden nicht irdischen Elemente vor

(die eingeklammerten Zahlen bedeuten ihre Atomgewichte): Protowasserstoff (0,0818), ein bisher nicht benanntes Element (0,327), Nebulium (1,31), Protofluor (etwa 2), Archonium (2,945). Die beiden spektralanalytisch bestimmten Elemente würden dem Archonium und dem Nebulium entsprechen. Eine Prüfung dieser Theorie ließe sich durch Bestimmung des Atomgewichts aus weiteren Linien des Archoniums, z. B. 4069, ermöglichen. B.

*Julius* hatte aus seiner Theorie der anomalen Dispersion auf der Sonne den Schluß gezogen, daß eine schwache Linie, welche von einer starken Linie um nicht mehr als  $\frac{1}{2}$  AE absteht, eine Verschiebung erleidet, welche bei Lage auf der violetten Seite der starken Linie kleiner und bei Lage auf der roten Seite größer ist als die durchschnittliche Verschiebung. *C. E. St. John* weist nun durch eingehende Diskussion eines reichhaltigen Beobachtungsmaterials (*Astrophys. J.* 41, S. 28—71, 1915) nach, daß diese Folgerung mit den Ergebnissen der Beobachtung in keiner Weise in Einklang steht, und daß ferner eine Reihe von Beobachtungen durch die Theorie der anomalen Dispersion nicht erklärt werden kann. B.

Über die Kondensations-Temperatur von Thor- und Radium-Emanation hat *Fleck* (*Phil. Mag.* [6] 29, S. 337, 1915) eingehende Versuche angestellt. Bei Mischung mit Luft von Atmosphärendruck scheint die Thor-, im hohen Vakuum dagegen die Radium-Emanation leichter zu kondensieren. Diese Unterschiede sind aber nur scheinbar und hängen im wesentlichen mit den großen Verschiedenheiten der Halbwertszeiten der beiden Emanationen zusammen; ein Beweis für die Gleichheit ihrer Kondensations-Temperaturen ist auch die Tatsache, daß es nicht möglich ist, die Thor- und Radium-Emanation durch Kondensation voneinander zu trennen. Im Vakuum kondensiert die Radium-Emanation um so schwerer, je höher ihre Konzentration ist. Auch in flüssiger Luft bleibt noch fast  $\frac{1}{10}$  % unkondensiert. B.

Die von 1 g Radium und seinen Zerfallsprodukten ausgesandten  $\gamma$ -Strahlen erzeugen auf ihrem Wege durch die Luft, wie *Eve* berechnet (*Phil. Mag.* [6] 27, S. 394—396, 1914)  $8,4 \cdot 10^{14}$  Ionen. Dabei sind aber die leicht absorbierbaren  $\gamma$ -Strahlen des Radium B nicht berücksichtigt. B.

Die Wellenlänge der Spektrallinien metallischer Elemente hängt von den Versuchsbedingungen ab und ist nicht konstant, das ist das Ergebnis von Messungen, welche *Morrow* (*Phil. Mag.* [6] 29, S. 394—407, 1915) an 7 Zink- und 13 Titanlinien angestellt hat. Im Funkspektrum sind die Wellenlängen größer als im Bogenspektrum, doch sind die Differenzen weder für verschiedene Linien desselben Metalls noch für entsprechende Linien verschiedener Metalle konstant. Im Bogen hängt die Wellenlänge von der Dampfdichte und damit bis zum gewissen Grade auch von der Stromstärke ab. In Legierungen ergaben sich für die Wellenlängen der Linien dieselben Werte wie bei den reinen Metallen, so daß die Gegenwart anderer Elemente auf die Schwingungen der Elektronen ohne Einfluß zu sein scheint. B.

Zur Messung der Ausdehnungs- und Elastizitätskoeffizienten von Kristallen schlägt *Guglielmo* (*N. Cim.* 8, II, S. 213, 1914) vor, auf diesen eine Gitterteilung anzubringen oder eine gute photographische Gitterkopie auf dieselben zu übertragen. Da durch die Erwärmung oder die Einwirkung mechanischer

Kräfte die Gitterkonstante geändert wird, so tritt unter sonst konstant bleibenden Verhältnissen eine Verschiebung der mit dem so hergestellten Beugungsgitter erzeugten Spektrallinien ein, welche leicht genau zu messen ist. B.

Auf eine Abweichung der Linien der ersten (Triplet-) Nebenserie des Bariums von dem sonst allgemein gültigen Gesetze, daß alle zur selben Serie gehörenden Spektrallinien gleichen Charakter in bezug auf Schärfe, Verbreiterung usw. sowie gleiches Verhalten gegen Druck und magnetische Kräfte aufweisen, macht T. Royds (*Astrophys. J.* 41, S. 154, 1915) aufmerksam. Bei der genannten Serie sind die ersten Glieder gegen Rot, die zweiten und folgenden gegen Violett hin unsymmetrisch verbreitert. Auch die anderen Erdalkalien scheinen sich diesem merkwürdigen Verhalten bis zum gewissen Grade anzuschließen. Die höheren Glieder ihrer ersten Nebenserien sind nämlich gleichfalls gegen Violett hin verbreitert. Leider läßt sich die Untersuchung auf völlige Analogie zum Barium nicht durchführen, da ihre ersten Glieder im Ultrarot liegen und somit einem eingehenden Studium nicht zugänglich sind. Die zweiten Glieder der ersten Nebenserie des Strontiums verhalten sich wie die des Bariums, während die des Calciums symmetrisch sind. Zur weiteren Erforschung dieses von allem Sonstigen abweichenden Verhaltens der Erdalkalien wäre die Untersuchung des Druckeffektes bei diesen erwünscht. Um aber den reinen Druckeffekt zu erhalten und von gleichzeitigen Verschiebungen frei zu sein, wie sie durch Änderung der Dampfdichte bei unsymmetrischen Linien auftreten, müßte man die vom elektrischen Ofen emittierten Spektren bei verschiedenen Drucken untersuchen. B.

Bei Bestimmung des Ionengehaltes der Luft in Sidney hatte J. A. Pollock schon vor mehreren Jahren gefunden, daß neben den gewöhnlichen leicht beweglichen Ionen, deren Geschwindigkeit etwa 1 cm/sec : Volt/cm beträgt, und den trägen Langevin-Ionen, für welche die Geschwindigkeit von der Größenordnung 1/1000 cm/sec : Volt/cm ist, noch andere Ionen in großer Zahl auftreten. Die experimentelle Bestimmung der Geschwindigkeit dieser Zwischenionen ergab einen Wert von etwa  $\frac{1}{50}$  cm/sec : Volt/cm (*Phil. Mag.* [6] 29, S. 636, 1915). Ihre Geschwindigkeit hängt im wesentlichen nur vom Dampfdruck ab. Ist dieser größer als 17 mm, so treten nur Langevin-Ionen auf, nur bei kleineren Werten des Dampfdruckes beobachtet man neben diesen auch die Zwischenionen. Daraus folgt, daß sie aus einem festen Kern bestehen, der von einer adsorbierten Schicht von verdichtetem Wasserdampf umgeben ist. Bei einem bestimmten kritischen Druck geht dieser in den flüssigen Zustand über, wodurch sich das Zwischenion in ein träges Ion verwandelt. Eine derartige doppelte Möglichkeit der Kondensation von Wasserdampf an festen Oberflächen ist schon früher von Trouton beobachtet worden. B.

Nach der Weberschen Theorie des Magnetismus sind die Moleküle der einzelnen Substanzen magnetische Dipole, welche gewöhnlich regellos verteilt sind und erst durch ein äußeres Feld gleichgerichtet werden. Nach der Elektronentheorie erzeugen dagegen die um die positiven Atomkerne kreisenden Elektronen das magnetische Feld des Atoms (diese Vorstellung knüpft an die ältere Vorstellung der Ampèreschen Molekularströme an). K. T. Crampton und E. A. Trousdale (*Phys. Rev.* 5, S. 315, 1915) suchen durch die Interferenz der

Röntgenstrahlen in Magnetit- und Hämatitkristallen zu einer experimentellen Entscheidung zwischen diesen beiden Theorien zu gelangen. Sie gehen von der Überlegung aus, daß, wenn nach der Weberschen Annahme die Moleküle die kleinsten magnetischen Teilchen sind, bei der Magnetisierung der Kristalle eine Verschiebung der das Kristall Raumbgitter bildenden Moleküle und damit eine Änderung der Lage der Interferenzpunkte der Röntgenstrahlen eintreten müsse. Ihre Versuche ergaben aber das Resultat, daß eine solche Verschiebung durch die Magnetisierung nicht zu beobachten ist, und daß somit die kleinsten magnetischen Teilchen nicht von den Molekülen, sondern von den Atomen oder noch kleineren Teilchen (etwa den Weißschen Magnetonen) gebildet werden. Damit dürfte die Webersche Hypothese der Molekularmagnete auch experimentell widerlegt sein. B.

## Zeitschriftenschau.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie; Band 31, Heft 4, 1915.

Aus optischen und mechanischen Werkstätten; von Dr. E. Wychgram. Besprechung neuer optischer Instrumente, insbesondere der Kugelprojektionsapparate (Schmidt und Hänsch) sowie eines neuen Monochromators von Leitz, der für mikroskopische Zwecke konstruiert ist.

Geigers Universal-Tisch-Stativ; von Wolff. Verf. beschreibt ein auf seine Anregung hin von G. Geiger, München, konstruiertes Tischstativ, welches es ermöglicht, beliebige, für wissenschaftliche Arbeiten geeignete Kameras und Mikroskope zu mikrophotographischen Arbeiten, Mikroprojektion auf kurze Entfernungen (zum Demonstrieren oder zum Zeichnen von Präparaten) sowie zu makrophotographischen Arbeiten (klinische, forensische und Reproduktionsphotographie), strengen Anforderungen genügend, zu verwenden. Der sehr handlich zusammenlegbare Apparat ist für Forschungsreisen, besonders auch solchen zur See, geeignet.

Exogene Fällungen bei der histologischen Färbung; von R. E. Liesegang. Durch mikrochemische Reaktion hat man die Verteilung der P-, K-, Fe- und anderer Verbindungen in verschiedenen tierischen und pflanzlichen Geweben festzustellen versucht. Dabei sind viele Fehlschlüsse dadurch entstanden, daß diese Verbindungen dem Reagens entgegenwanderten und die Fällung an der Peripherie des Gewebes oder der Zelle erfolgte. Am auffallendsten ist diese exogene Fällung bei der Molybdänsäurereaktion auf Phosphate.

Über die Mikrophotographie auf Gaslichtpapieren in negativen Bildern; von E. Naumann. Das Gaslichtpapier eignet sich sehr gut für mikrophotographische Aufnahmen bei geringeren Vergrößerungen und wird anstatt Platten benützt: das so erhaltene Negativ gibt somit vom Objekt ein Bild in Dunkelfeldmanier. Das billige Verfahren hat Gutes geleistet bei der mikrophotographischen Darstellung von verschiedenen Planktonformationen des Süßwassers sowie beim Mikrophotographieren verschiedener pflanzenanatomischer Objekte.

Über das Mikrophotographieren auf Gaslichtpapieren in direkt positivem Bild; von E. Naumann. Verschiedene Objekte (z. B. Algen und gewisse pflanzenanatomische Präparate) können bei geringerer Vergrößerung in direktem Positiv auf Gaslichtpapier mikrophotographiert werden. Zu diesem Zweck erzeugt man im mikrophotographischen Apparat (mit einer Sternblende) ein Dunkelfeld und exponiert anstatt auf Platten auf dem Papier: man erhält so ein Bild in Hellfeldmanier.

*Neue Studien zur Darstellung der Reduktionsorte und Sauerstofforte der Pflanzenzelle*; von H. Schneider. Die Arbeit, die Fortsetzung der kürzlich hier besprochenen Untersuchungen über die Unnasche Sauerstofftheorie und die Rongalitweißmethode, geht, um einem von Unna gemachten Einwande (*Zeitschr. f. wiss. Mikr.* 31, 1914, Heft 3) zu begegnen, von den ursprünglichen Unnaschen Methoden aus. Die kritische Anwendung und Bearbeitung derselben bestätigt die früheren Ergebnisse: 1. die Unnasche Theorie gilt für Pflanzen nicht; 2. die Unnasche Rongalitweißmethode kann nicht Reduktions- und Sauerstofforte anzeigen, da die Bläuung des Rongalitweiß im Gewebe durch von außen Zutretenden Sauerstoff bewirkt wird.

#### Physikalische Zeitschrift; vom 15. April 1915.

*Schwingungen von stromdurchflossenen Drähten*; von Fr. Streintz.

Ein mechanisches Modell gekoppelter elektrischer Schwingungskreise; von Walther Deutsch. Es wird gezeigt, daß ein normales Kugellager, und zwar ein Drucklager, geeignet ist, das Verhalten induktiv gekoppelter Stromkreise — z. B. der primären und sekundären Transformatorwicklung — „mechanisch“ zu versinnbildlichen. Die Übereinstimmung geht dabei ins Quantitative, wie aus den Bewegungsgleichungen gefolgert wird. An einem einfachen Pendelmodell konnten ferner auch die beiden Resonanzmaxima der Koppelungsschwingungen demonstriert und zahlenmäßig studiert werden.

*Räumliche Darstellung durch Röntgenstrahlen*; von B. Alexander.

#### Physikalische Zeitschrift; vom 1. und 15. Mai 1915.

Über eine Möglichkeit, die Gravitation als unmittelbare Folge der Relativität der Trägheit abzuleiten; von H. Reißner. Die neue von Einstein entwickelte Erweiterung des Relativitätsprinzips auf beliebige Bewegungen und Formänderungen der Raum-Zeitwelt hat dem Gedanken von Mach, das Trägheitsgesetz nicht auf den leeren, absoluten Raum, sondern auf die Gesamtheit der übrigen Massen zu beziehen, neue Nahrung gegeben. Dabei erhalten, wie Verfasser zuerst ausgesprochen hat, die Zentrifugalkräfte, die bisher immer als Stütze des absoluten Raumbegriffs galten, ihre Gegenkräfte in Gestalt von Zentripetalkräften aller übrigen Massen gegen die rotierende Masse. Gibt man die Vorstellung zu, daß alle Atome rotieren, dann muß die Relativität der Trägheit eine allgemeine Anziehung zwischen ihnen bedingen und es wird nur darauf ankommen, das Trägheitsgesetz passend zu formulieren, um die Gravitation auf diese gegenseitigen Trägheitskräfte zurückzuführen. Damit erhalten dann Trägheit und Gravitation den gemeinsamen Ursprung, der in der universellen Gleichheit träger und schwerer Masse enthalten ist.

Von den rechnerischen Ergebnissen sei angeführt, daß die Gravitationskonstante gleich der Energiedichte der Rotation, dividiert durch das Gravitationspotential wird, daß die Masse eines Körpers in Räumen größeren Potentials größer wird, und ferner, daß eine Einfügung der Betrachtungen in das Relativitätsschema die Lichtgeschwindigkeit und die Energie in derselben Weise vom Potential abhängig machen, wie in der verallgemeinerten Relativitätstheorie von Einstein.

Über Löschvorgänge in Funkenstrecken; von H. Masing und H. Wiesinger. Die Simonsche Lichtbogenhysteresistheorie wurde in Anwendung auf Löschvorgänge in Funkenstrecken bestätigt. Zur Untersuchung diente eine Anordnung, bei der zwei Schwingungskreise durch eine gemeinsame Funkenstrecke erregt wurden. Sind die Eigenfrequenzen der beiden

Schwingungskreise etwas verschieden, so bilden sich in der Funkenstrecke Schwebungen. Bei einem bestimmten Verhältnis der Wellenlängen der beiden Kreise wurde eine schwachgedämpfte Schwingung beobachtet. Mit Hilfe des rotierenden Spiegels wurde festgestellt, daß beim Verhältnis der Wellenlängen, dem das Maximum der Intensität der schwachgedämpften Schwingung entspricht (kritisches Verhältnis), der Funke nach der ersten Schwebung erlischt. Bei allen Metallen steigt das kritische Verhältnis mit zunehmender Funkenlänge, nähert sich aber asymptotisch einem gewissen Grenzwert, der in Luft zu 0,96 und in Petroleum zu 0,92 gefunden wurde. Die Methode ermöglicht mit beliebig langen Funkenstrecken bei beliebig großer Funkenzahl schwachgedämpfte Schwingungen, ohne Verschlechterung der Löschwirkung, beliebig lange Zeit zu erzeugen und eignet sich daher für den Tonsenderbetrieb.

*Der Neubau des Laboratoriums für Technische Physik der Königl. Technischen Hochschule München*; von O. Knoblauch und F. Noell.

#### Geographische Zeitschrift; Heft 5, Mai 1915.

*Der französisch-belgische Kriegsschauplatz, I. Teil*, von A. Philippson. Nach einem Überblick über das Gesamtgebiet werden nacheinander Elsaß und Vogesen, Lothringen, Champagne, Isle de France (mit Paris), Picardie und Artois nach Bau und Oberflächengestalt, Kultur, Städten und Verkehrswegen, und die Bedeutung jeder Landschaft für den bisherigen Verlauf des Krieges kurz zusammenfassend geschildert. Es ist eine wissenschaftlich-geographische, aber doch für den gebildeten Laien verständliche Darstellung. Der zweite Teil wird Belgien nebst Französisch-Flandern behandeln.

*Rumänien als Durchgangsland und Kriegsschauplatz in Mittelalter und Neuzeit*; von F. W. Paul Lehmann.

*Zur Wirtschafts- und Handelsgeographie Spaniens*, von Ernst Müller.

#### Geographische Zeitschrift; Heft 6, Juni 1915.

*Der Kriegsschauplatz am Schwarzen Meer und in Transkaukasien*; von F. Frech.

*Der französisch-belgische Kriegsschauplatz, II. Teil*, von A. Philippson. Dieser zweite Teil schildert Belgien nebst Französisch-Hennegau und Französisch-Flandern, welche letzteren beiden Gebiete nach ihrer Natur und Geschichte sowie nach ihrer Rolle im heutigen Kriege mit Belgien eine Einheit bilden. Zuletzt folgt eine Skizze Belgiens als Staat, in politischer und wirtschaftlicher Hinsicht.

*London im Weltverkehr und Welthandel*; von Kurt Wiedenfeld. Londons wirtschaftliche Bedeutung ist ursprünglich von seiner geographischen Lage dem europäischen Festland gegenüber bestimmt worden, und auch die spätere Stellung Londons als Zentralplatz des internationalen Handels und Verkehrs ist auf diese Ursprungsquelle zurückzuführen. Wiedenfeld zeigt dann im einzelnen, wie London in der Transportorganisation der Welt aus dieser Zentralstellung herausgeworfen und in den allgemeinen Wettbewerb hineingestellt worden ist, wobei Hamburg, Antwerpen und New York als wichtigste Konkurrenten erscheinen. Im Warenhandel ist vom Vermittlermonopol Londons auch nicht viel mehr übrig geblieben; immerhin ist der Themsehafen noch der wichtigste Konsignationsplatz und auch der bedeutendste Arbitrationsplatz der Welt geblieben. Vollauf konnte vor dem Kriege von einer Durchbrechung der Londoner Stellung im Kapital- und Geldverkehr kaum schon gesprochen werden. Der Krieg wird aber voraussichtlich gerade diese Seite der Londoner Weltposition ganz wesentlich schwächen.



# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 28.

9. Juli 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Emil Rathenau †.

Neuere Anschauungen über den Mechanismus biologischer Oxydationen. Von Privatdozent *Dr. C. Oehme, Göttingen.* S. 362.

Flechten als Nähr- und Futtermittel. Von *Prof. Dr. F. Tobler, Münster.* S. 365.

Einige Beobachtungen an stark gespannten Glasplatten. Von *Prof. Dr. G. Berndt, Berlin-Friedenau.* S. 367.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. S. 368.

Kleine Mitteilungen. S. 370—372.

Bedeutung des Kohlensäuregehaltes der Luft für die grünen Pflanzen. Über das Mengenverhältnis von Kalk und Magnesia in den Nahrungsmitteln. Bekämpfung des Cronartiumrostes auf der Johannisbeere. Anthropologische Messungen an den Samojeden. Ein Erfolg des Deutschthums im Auslande.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. S. 372.

Zeitschrift für Botanik. S. 372.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

## Lehrbuch der Geschichtsphilosophie

Von **Dr. Georg Mehlis**

Professor an der Universität Freiburg i. Br.

Preis M. 20.—; in Leinwand gebunden M. 23.—

### Inhaltsübersicht:

Vorbemerkungen.

I. Probleme der Geschichtsphilosophie oder Theorie der Geschichte und Universalgeschichte.

Geschichtsphilosophische Grundfragen.

Allgemeiner Charakter der Geschichtsphilosophie und ihrer Probleme.

Der Begriff der Philosophie.

Der Begriff der Geschichte.

Geschichtsphilosophische Einzelprobleme.

Probleme der Geschichtslogik.

Probleme der historischen Wertlehre.

Die Probleme der Universalgeschichte.

II. Geschichte der Geschichtsphilosophie.

Einleitung.

Das Werden des geschichtsphilosophischen Gedankens in dem griechischen Kulturkreise.

Die Entfaltung des geschichtsphilosophischen Gedankens in der christlichen Philosophie.

Die Vollendung der Geschichtsphilosophie im deutschen Idealismus.

III. Das System der Geschichtsphilosophie oder inhaltliche Konstruktion der Universalgeschichte.

Der Sinn des historischen Geschehens.

Allgemeine Konstruktion des universalhistorischen Prozesses.

Die religiöse Entwicklung.

Die ästhetische Entwicklung.

Die philosophische Entwicklung.

Die sittlich-staatliche Entwicklung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	13	26	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

# Leitfaden für Gießereilaboratorien

Von

**Bernhard Osann**

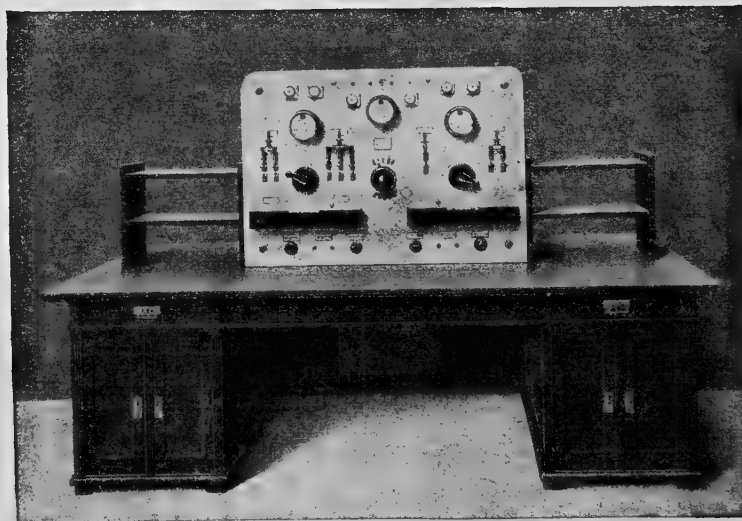
Professor an der Königl. Bergakademie in Clausthal

Mit 9 Textabbildungen

In Leinwand gebunden Preis M. 1.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

**Siemens & Halske A.-G.**  
**Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin**



Arbeitstisch für Elektrolyse, mit 4 Arbeitsplätzen und Experimentierschalttafel; für ein chemisch-physikalisches Laboratorium

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

9. Juli 1915.

Heft 28.

.....  
Und eine Krone ist gefallen von dem Haupte eines Königs!  
Und ein Schwert ist gebrochen in der Hand eines Feldherrn!  
.....

Am 20. Juni ist

## Emil Rathenau

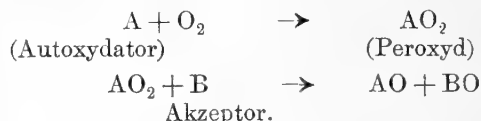
gestorben, der Begründer der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, ihr Organisator und ihr Lehrmeister, der Urheber ihrer Größe und Machtstellung und, bis der Tod ihn niederrang, ihr unumschränkter Beherrscher. An das von Werner Siemens Geschaffene anknüpfend, hat er mit der Begründung seines Lebenswerkes in Deutschland — und von hier aus in Europa — die gewerbliche Verwertung der Starkstromtechnik ins Leben gerufen und die letzten dreißig Jahre zu einer Ära unvergleichlichen Aufschwunges der deutschen Industrie gemacht. Durch das Ansehen, das er dem Werke seines Lebens der ganzen Welt gegenüber zu geben gewußt hat, hat er die gesamte Industrie unmittelbar beeinflusst, und in diesem Sinne zählt er zu den großen Erziehern der modernen Kulturwelt. Mit ihm verschwindet einer der Gewaltigen, die zum Schaffen berufen und von der Natur zum Herrscher gekrönt sind, ein Gesetzgeber mit eherner Hand und unbeugsamem Willen. Es ist ihm vergönnt gewesen, nicht bloß sein Werk zu vollenden, sondern auch nach der Vollendung noch jahrelang darüber zu wachen. Der Tod des Schöpfers wird für die Schöpfung selber stets die Feuerprobe bedeuten, aber ein verheißungsvolles Vorzeichen für die Dauer seines Werkes ist es, daß der Meister so lange am Steuer geblieben ist. Er hat die seinem Dasein gezogene Grenze bis zuletzt in einer Tätigkeit und mit einer Spannkraft erreicht, wie sie dem, der die Schwelle des biblischen Alters überschritten hat, nur selten beschieden sind. Im Andenken der Nachwelt wird Emil Rathenau darum als ein ewig Tätiger und Starker erscheinen: denn in der Gestalt, in der der Mensch die Erde verläßt, wandelt er unter den Schatten.

## Neuere Anschauungen über den Mechanismus biologischer Oxydationen.

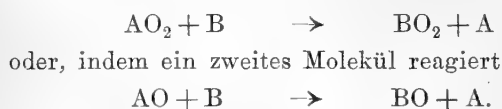
Von Privatdozent Dr. C. Oehme, Göttingen.

In einem früheren Aufsatz dieser Zeitschrift sind in großen Zügen die Umwandlungen beschrieben worden, welche die eingeführten Nahrungsstoffe: Eiweißkörper, Kohlehydrate, Fette bei ihrer Verbrennung im Tierkörper erleiden<sup>1)</sup>. Nach mehr oder weniger weitgehender hydrolytischer Spaltung handelt es sich bei den im einzelnen verschiedenen chemischen Prozessen im wesentlichen immer um Oxydationsvorgänge, um langsame Verbrennung bis zu den Endprodukten  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$ , die sich in der Atmung der Zellen vollzieht. Wenn auch bei weitem noch nicht alle Zwischenstufen bekannt sind, die hierbei durchlaufen werden, so vermögen wir uns doch Vorstellungen über den Mechanismus des Oxydationsvorgangs selbst zu machen.

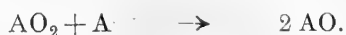
Die Nahrungsstoffe und ihre Spaltstücke, Aminosäuren, Fettsäuren, Monosaccharosen sind im Reagenzglas relativ schwer oxydierbar, jedenfalls werden sie vom Luftsauerstoff nicht merkbar angegriffen. Die bisherigen Ansichten, wie sie im Organismus durch den chemisch trägen molekularen  $\text{O}_2$  verbrannt, „veratmet“ werden, beruhen auf den *allgemeinen Vorstellungen* über den *Vorgang der langsamen Verbrennung* oder Autooxydation, die wir auch außerhalb des Tierkörpers beobachten. Dabei wird nach der durch sehr viele Befunde gestützten Theorie von Engler und Bach der molekulare Sauerstoff aktiviert, indem leicht oxydable Körper (Autooxydatoren) durch Anlagerung eines Mols  $\text{O}_2$  pro Mol Peroxyde bilden, die befähigt sind, an Substanzen (Akzeptoren), die von selbst keine Bindung mit  $\text{O}_2$  eingehen würden, die Hälfte des  $\text{O}_2$  wieder abzugeben, nach dem Schema:



Es kann vorkommen, daß das Peroxyd allen Sauerstoff abgibt



A wirkt dann nur nach Art eines Katalysators, sich scheinbar selbst an der Reaktion nicht beteiligend. Zuweilen ist A gleichzeitig Autoxydator und Akzeptor (Selbstakzeptor)



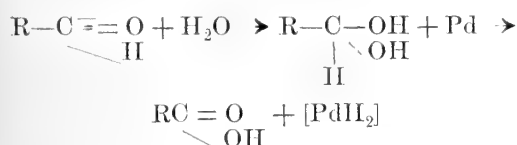
Als *Reaktionsvermittler im Organismus* werden Fermente angenommen: die Oxydasen, wie solche für eine Reihe oxydativer Prozesse auch

isoliert worden sind. Nach Bach und Chodat ist hierbei der Reaktionsverlauf in sehr vielen Fällen dem eben erörterten analog: In der Zelle finden sich Fermente von Peroxydecharakter (Oxygenasen), welche  $\text{O}_2$  übertragen. Dieser Vorgang wird durch weitere Fermente gefördert, Peroxydasen, welche nur bei Gegenwart von Peroxyden oxydierend wirken, also die Sauerstoffabgabe des Peroxyds beschleunigen, ganz ähnlich wie in vitro bei manchen Oxydationen durch  $\text{H}_2\text{O}_2$  oder andere Peroxyde gewisse Metallsalze (namentlich Ferro- und Manganverbindungen) als Katalysatoren fungieren. Daß in solcher Weise durch Wasserstoffperoxyd und Eisensalze auch Spaltstücke der Nährstoffe bis zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  oxydiert werden können, zeigte im Reagenzglas Dakin an Aminosäuren, während schon früher mit den gleichen Mitteln z. B. die Oxydation der durch  $\text{H}_2\text{O}_2$  allein nur sehr langsam angreifbaren Weinsäure erzielt worden war, und nach Warburg spielen bei der Verbrennung in der Zelle Eisensalze insofern eine Rolle, als die abgesunkene Oxydationsgeschwindigkeit von Seeigeleiern, deren Struktur zerstört worden, nach Eisensalzzusatz ansteigt und dadurch auch die Autooxydation der extrahierten Zellipoide beschleunigt wird. Ob und wie weit aber Oxydasen als Sauerstoffaktivatoren bei der Verbrennung der Nährstoffe bezgl. ihrer hydrolytischen Spaltprodukte wirklich beteiligt sind, ist deshalb so sehr fraglich, weil die Leistungen der bekannten, bisher mehr oder weniger rein isolierten Oxydationsfermente klein sind im Vergleich zu den Oxydationen, die in der Zelle statthaben. Wir kennen wohl aus Tier und Pflanze Fermente, die in vitro Ameisensäure und Oxalsäure zu  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{CO}_2$ , Phenole zu Chinonen, Guajak tinktur zu Guajakonblau, Alkohole zu Aldehyden und Säuren, aromatische Amine zu Pigmentstoffen, Hypoxanthin über Xanthin zu Harnsäure oxydieren (u. a. m.), aber Fermente, die Fettsäuren, Aminosäuren oder das für den Stoffwechsel besonders wichtige Traubenzuckermolekül zu  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{CO}_2$  oxydativ zu spalten vermögen, kennen wir nicht, und die Hypothese, daß analog der Zymasewirkung vieler niederer Organismen erst eine Reihe anoxydativer Spaltungen zu uns vorläufig unbekannten, leicht oxydablen Körpern führe, ehe der Sauerstoff einwirken könne, entbehrt bis jetzt chemischer Grundlagen; trotz mancher hier nicht weiter zu erörternder biologischer Stützen.

In neuester Zeit hat nun Wieland für eine Reihe von Oxydationsvorgängen überhaupt und speziell auch biologischer Verbrennungsprozesse einen andern Mechanismus dargetan. Es gelang Wieland, mit Hilfe fein verteilter (colloidalen) Platinmetalle, besonders mit Palladium, einer Anzahl von Stoffen schon bei gewöhnlicher Temperatur Wasserstoff zu entziehen, sie zu dehydrieren und so in eine höhere Oxydationsstufe überzuführen, wobei der freigewordene Wasser-

<sup>1)</sup> Landmann, diese Zeitschrift 1914, S. 694.

stoff vom Katalysator (Pd) aufgenommen wird. Der Prozeß kommt mit wachsender Sättigung des Pd mit  $H_2$  bald zum Stillstand, kann aber stetig weitergeführt werden, sobald von anderen Körpern, die durch den so aktivierten  $H_2$  reduziert werden, mithin als Wasserstoffakzeptoren wirken, für eine ständige Beseitigung desselben und Regeneration des Katalysators gesorgt wird. Akzeptoren können sein z. B. Chinon, das zu Hydrochinon, Methylenblau, das zu seiner Leukoverbindung, schließlich auch Sauerstoff, der zu Wasser reduziert wird. Auf diese Weise werden nicht allein z. B. Dihydronaphthalin zu Naphthalin, Hydrochinon zu Chinon und eine große Reihe anderer organischer Verbindungen unabhängig von Sauerstoffgegenwart dehydriert, sondern auch Alkohole in Aldehyde, Aldehyde über ihre Hydrate durch Wasserstoffentziehung

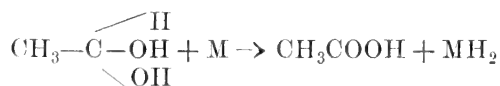
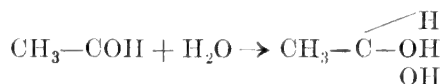


in die entsprechende Säure übergeführt.

Wie die Oxydation von Alkoholen und Aldehyden lassen sich auch noch die meisten anderen Reaktionen, welche durch Oxydasen beschleunigt werden, als Dehydrierungsvorgänge erklären und in vitro durch Pd unter O<sub>2</sub>-Ausschluß reproduzieren. So zersetzen sich Ameisensäure und Oxalsäure mit Pd lebhaft zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O, Phenole: m-Kresol, Guajakol, Pyrogallol werden wie bei den erwähnten Oxydasereaktionen zu Farbkörpern dehydriert, während die Tyrosinase- und Purinoxidasenwirkungen allerdings auf diesem Wege bis jetzt nicht darstellbar sind. Aber weit mehr: es gelang *Wieland* auch durch Pd und einen Wasserstoffakzeptor (Methylenblau) Traubenzucker bis zu 20 % der Lösung zu CO<sub>2</sub> unter Dehydrierung zu verbrennen und damit eine fundamentale biologische *Oxydationsreaktion* im Reagenzglas *bei Ausschluß von Sauerstoff* nachzuahmen. Bei allen diesen Oxydationsvorgängen wird also nicht wie nach der oben kurz erörterten Peroxydtheorie der Sauerstoff, sondern der Wasserstoff aktiviert, indem der Sauerstoff oder ein anderer gleichsinnig befähigter Körper lediglich als Wasserstoffakzeptor den ungehemmten Fortgang der Reaktion bedingt.

Folgen wirklich die Verbrennungsprozesse in der lebenden Zelle oder wenigstens ein Teil derselben diesem Reaktionstypus, so müßten sie sich mit Hilfe dehydrierender Fermente (= Oxydasen) im Reagenzglas *ohne* Sauerstoff bei Gegenwart eines anderen Wasserstoffakzeptors darstellen lassen. Für die Oxydation des Alkohols zu Essigsäure durch das Ferment des Essigsäurebakteriums (Alkoholoxydase *Buchners*) konnte nun in der Tat *Wieland* zeigen, daß sie in Stickstoffatmosphäre bei Gegenwart von Methylblau mit Hilfe des nach dem *Buchnerschen*

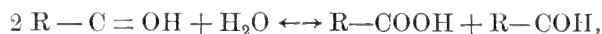
Acetonverfahren gewonnenen Ferments ebenso vor sich geht wie mittels lebender Bakterien, und daß auf gleiche Weise auch Traubenzucker zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  verbrannt wird. Pro Mol gebildeter Essigsäure werden dabei 2 Mol Methylblau zur Leukoverbindung reduziert; Acetaldehyd, bezgl. dessen Hydrat, ist natürlich Zwischenstufe:



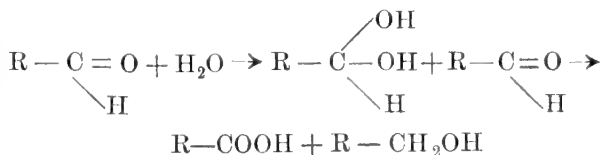
(M = Methylenblau).

Der berechtigte Einwand, in den Fermentpräparaten seien noch lebende, zu anaerobem Stoffwechsel fähige Bakterien vorhanden gewesen, weil das Acetonverfahren nicht steril arbeite, den *Bach* erhob, dürfte hinfällig werden, indem *Warburg* mit derselben Methode durch hinzugefügtes Erhitzen sicher sterile, d. h. teilungsunfähige Bakterienpräparate gewann, die noch *atmeten*, und besonders dadurch, daß *Wieland* durch weitere Forschungen an einem dehydrierenden Ferment in der Milch seine allgemeinen Anschauungen erhärten konnte.

Betrachtet man die Wirkung der Dehydrogenase lediglich in bezug auf den Wasserstoffakzeptor, so stellt sie sich als Reduktion dar. Es war zu vermuten, daß in solcher Weise auch die oxydativen Fähigkeiten der Zelle bezgl. ihrer Fermente mit dem seit lange bekannten Reduktionsvermögen des lebenden Protoplasmas verknüpft seien. Dann würden die bisher neben den Oxydasen angenommenen Reduktasen<sup>4)</sup> ihre Sonderstellung verlieren, und gleichzeitig läßt sich auch noch eine andere wichtige biologische Reaktion, die Cannizarosche Umlagerung von je 2 Molekülen Aldehyd zu je einem Mol Säure und Alkohol:



die nach *Parnas* in der Leber durch ein Enzym, die *Aldehydmutase*, beschleunigt wird, als Dehydrierung deuten. Dabei würde ein Mol Aldehydhydrat Wasserstoff an je ein Mol Aldehydanhydrid abgeben, der Aldehyd also Selbstakzeptor sein:



Nach dieser Auffassung sind demnach drei verschiedene Wirkungen: Oxydation, Reduktion

<sup>1)</sup> Über nicht fermentative biologische Reduktionen (Heffter) vgl. Hausmann, diese Zeitschrift 1914, S. 323.

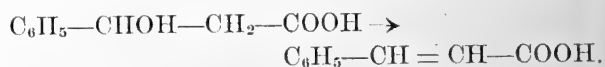


und Aldehydulagerung (Mutase) einem und demselben Ferment zuzuschreiben.

Für das Schardingersche Enzym der rohen Milch, welches bei Aldehyd Gegenwart Methylenblau zur Leukoverbindung zu reduzieren vermag, wies nun *Wieland* nach, daß es je nach den besonderen Umständen als Oxydase, Aldehydmutase und Reduktase erscheint. Als Mutase wirkt es bei Abwesenheit von  $O_2$  oder eines anderen  $H_2$ -Akzeptors (etwa in Stickstoffatmosphäre), indem aus zugesetztem Salicylaldehyd äquivalente Mengen Saligenin (Alkohol) und Salicylsäure entstehen. Als Oxydase wirkt es, wenn neben dem Aldehyd ein Wasserstoffakzeptor mit größerer Reaktionsgeschwindigkeit als der Aldehyd selbst zugegen ist, wie etwa der Sauerstoff oder bei Anschluß des letzteren besonders Methylenblau. Dann bilden sich außer dem jeweiligen Reduktionsprodukt des Wasserstoffakzeptors um so mehr Säure und um so weniger Alkohol, je größer die Hydrierungsgeschwindigkeit des Wasserstoffakzeptors ist. Der Sauerstoff ist hierbei, wie gesagt, durch einen anderen Wasserstoffakzeptor ersetzbar und wirkt auch seinerseits im gegebenen Falle nur als solcher. Denn, wäre eine Oxydase neben einem besonderen Mutaseferment tätig, so müßte man zwar ebenfalls eine Mehrbildung von Säure bei Sauerstoff Gegenwart im Vergleich zu dem sauerstofffrei geleiteten Versuch erwarten, aber die Herabsetzung der Alkoholbildung, die um so beträchtlicher ist, je mehr die Hydrierungsgeschwindigkeit des zugefügten Wasserstoffakzeptors die des Aldehydanhydrids übertrifft, bliebe unverständlich. Die Reduktasewirkung des Ferments schließlich kann außer in der Entfärbung von Methylenblau usw. auch noch in der Reduktion von Nitrobenzol zu Anilin, Nitraten zu Nitriten sich äußern. In welcher Richtung die Reaktion verläuft, hängt natürlich von den Konzentrationen und den davon bedingten Reaktionsgeschwindigkeiten der verschiedenen Reaktionsphasen ab, wie *Wieland* eingehend studiert hat. Es ist hier nicht der Ort, darauf des näheren einzugehen. Für die Einheit des Ferments bei allen besprochenen Umsetzungen dient außer dem gegebenen Einblick in die Reaktionskinetik noch als weiterer Beweis, daß Schädigung des Ferments — z. B. Vorwärmung der Milch in  $O_2$ -Atmosphäre — alle drei Reaktionen annähernd gleichmäßig abschwächt oder aufhebt.

Wenn diese Forschungen *Wielands* auch erst eine beschränkte Anzahl wichtiger biologischer Oxydationsvorgänge als Dehydrierungen erkennen lassen und selbstverständlich nicht ausschließen, daß andere Reaktionen in der Zelle mit Sauerstoffaktivierung entsprechend der Peroxydtheorie verlaufen, so weisen sie doch mit Bestimmtheit darauf hin, daß Dehydrasefermente bei den Verbrennungsprozessen im Organismus eine wichtige Rolle spielen, indem sie sich mit einigen, z. T. schon lange bekannten Tatsachen

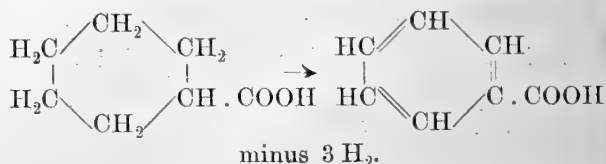
und Anschauungen begegnen. Besonders bemerkenswert ist, daß *P. Ehrlich* bereits vor 30 Jahren im Anschluß an seine Studien über das Reduktionsvermögen der Organe gegenüber organischen Farbstoffen die Oxydationen in der lebenden Zelle als einen rhythmischen Wechsel von Wasserstoffabspaltung und -anlagerung aufgefaßt hat, den er sich von dem durch die  $CO_2$ -Bildung wechselnden Grad der Alkalinität in ähnlicher Weise abhängig dachte, wie z. B. beim Indophenol die Wasserstoffaufnahme durch Säure, die Abspaltung durch Alkali begünstigt wird. Sodann ist in diesem Zusammenhang auf die Entstehung von Kohlenstoff-Doppelbindungen im Tier- und Pflanzenorganismus hinzuweisen, die biologisch in vieler Hinsicht von Wichtigkeit sind. *Leathes* und andere Forscher haben gezeigt, daß die Fettsäuren des Leberfettes mehr Doppelbindungen im Molekül, gemessen an der Jodzahl, als im Unterhautfettgewebe und in den meisten anderen Organen beherbergen. Ob diese ungesättigten Säuren freilich durch Dehydrierung oder vielmehr ausschließlich über die Zwischenstufe der Oxy- oder Ketosäuren mit folgender Wasserabspaltung entstehen, blieb unklar. Der letztere Weg ist jedenfalls für die Phenylpropionsäure durch *Dakin* exakt nachgewiesen, die im Organismus der Katze und des Hundes über Phenyl- $\beta$ -oxypropionsäure in Zimtsäure übergeht:



Indessen sind nach *E. Friedmanns* quantitativen Versuchen die Phenyl- $\beta$ -oxypropionsäure und die Benzoylessigsäure schwerer verbrennlich als die Phenylpropionsäure, so daß noch auf einen anderen Abbauweg geschlossen werden darf, und derselbe Forscher zeigte, daß die Furfurpropionsäure und die im Organismus aus letzterer entstehende ungesättigte Furfurakrylsäure nicht über die  $\beta$ -Ketosäure, Furoyllessigsäure, zu Benzschleimsäure abgebaut werden:



Die zur Erklärung herangezogene Annahme, daß im Organismus Dehydrierung stattfinden kann, stützte er durch den Nachweis, daß gewisse cyclische Verbindungen im Körper dehydriert werden; so geht Hexahydrobenzoesäure und Hexahydroanthranilsäure beim Hund in Benzoesäure über und erscheint im Harn als Hippursäure:



*Pick* und *Joannovics* erweiterten den Befund von *Leathes*, indem sie feststellten, daß bei der Entstehung ungesättigter Fettsäuren in der Leber

besonders die der Phosphatide beteiligt sind. In der Narkose fanden sie eine Abnahme der Jodzähl des Leberfettes, es waren dann relativ mehr gesättigte Fettsäuren vorhanden. Nimmt man Dehydrierungen an, so würde dies also eine Hemmung während der Narkose bedeuten und im besten Einklange mit der Hemmung der Oxydationsprozesse durch Narkotika stehen, die von *Verworn* und seinen Mitarbeitern für den Nerven, von *Warburg* für andere, isolierte Zellen (rote Blutzellen, Seeigeleier usw.) nachgewiesen worden ist.

Schließlich sei erwähnt, daß nach den Untersuchungen von *Lwoff* ein Dehydrierungsprozeß auch bei der Zuckergärung der Hefe eine Rolle zu spielen scheint. Gärende Hefe vermag Methylenblau zur Leukoverbindung zu reduzieren, und *Lwoff* fand, daß unter anaeroben Bedingungen die Alkohol- und Kohlensäurebildung im Vergleich zu einer methylenblaufreien Kontrollportion gehemmt wird, wenn dem Gärprozeß durch Methylenblau Wasserstoff entzogen wird, und zwar vermindert ein Mol Methylenblau, das reduziert wird, die Gärprodukte um je zwei Mole Kohlensäure und Alkohol (entsprechend einem Mol Traubenzucker). Indessen soll im Rahmen dieses Aufsatzes auf diese noch nicht geklärten Verhältnisse nicht weiter eingegangen und abschließend nur kurz darauf hingewiesen werden, daß nach *Palladin* auch bei der Atmung der Pflanzen Dehydrierungsvorgänge sich abspielen, wobei Chromogene, die sich in Pflanzensäften finden, als Wasserstoffakzeptoren fungieren sollen.

#### Literatur.

1. *Buch*, Oxydationsvorgänge usw., in *Oppenheimers Handbuch der Biochemie*, Ergzgsbd. 1913.
2. Ders., *Berl. Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft* 46, S. 3864.
3. *P. Ehrlich*, Sauerstoffbedürfnis des Organismus. Berlin 1885.
4. *Engler und Herzog*, *Zs. f. physiol. Chemie* 59, 1909.
5. *Engler*, Über Zerfallsprozesse in der Natur, Leipzig 1911.
6. *E. Friedmann*, *Bioch. Zs.* 27 u. 35.
7. *Leathes, Asher-Spiro*, *Erg. d. Physiol.* 8, 1909.
8. *Lwoff*, Hefegärung und Wasserstoff, *Zs. f. Gärungsphysiol.* III, 1913.
9. *Pick und Joannovics*, *Pflügers Archiv* 140.
10. *Verworn*, Narkose, Jena, 1912.
11. *Warburg*, Oxydationsgeschwindigkeit usw., *Asher-Spiro, Ergebn. d. Physiol.* 14, 1914.
12. *Wieland*, *Ber. d. deutsch. chem. Ges.* 45, S. 484, 679; 2606; 46, S. 3327; 47, S. 2085.

## Flechten als Nähr- und Futtermittel.

Von Prof. Dr. F. Tobler, Münster.

In zwei volkswirtschaftlich beachtenswerten Schriftchen<sup>1)</sup> hat soeben *C. Jacoby* über diesen

Gegenstand sich geäußert. Einem kurzen Bericht darüber sei es erlaubt, einige auch für das Wirtschaftliche nicht belanglose naturwissenschaftliche Ergänzungen anzufügen, die z. T. weniger gut Bekanntes enthalten, z. T. auch sich mir aus noch unveröffentlichter Arbeit aufdrängen.

*Jacoby* regt an, das „isländische Moos“, die Flechte *Cetraria islandica* (L.) (Lichen islandicus der Apotheke) als Mehlersatz für Brot heranzuziehen, ein Brauch, der in nordischen Ländern lange und nicht nur zu Zeiten der Not besteht. Neben viel Kohlehydraten enthält die Pflanze<sup>1)</sup> allerdings einen Bitterstoff, den man aber jetzt ausziehen versteht, ohne den Nährwert zu beeinträchtigen. Es geschieht das in der pharmazeutischen Praxis durch 1proz. Pottaschelösung (3 Stunden stehen lassen) und folgendes Auswaschen. Der im Auszug befindliche Stoff (*Cetrarin*) ist Magenmittel<sup>2)</sup>. Die davon befreite Flechte soll getrocknet, zerrieben und zu gleichen Teilen mit Mehl verbacken werden. (Ältere und neuere Rezepte hierfür sind in *Jacobys* Schrift nachzulesen<sup>3)</sup>). Ebenso ist aus der Flechte nach Entbitterung durch Einkochen (wie bei der Verwendung als Hustenmittel üblich), Durchsiehen und Zugabe von Fruchtsaft u. a. die Herstellung einer *Grütze* möglich, wofür in Skandinavien Rezepte bestehen, die *Jacoby* anführt. In beiden Formen bietet die Flechte rund 80 % stärkeartigen Stoffes von guter Verdaulichkeit<sup>4)</sup> und ohne unangenehmen Geschmack, also Speise nicht als Notbehelf, sondern wirklichen Ersatz für andres.

Die Gewinnung des „isländischen Moores“, das durch den Apothekengebrauch auch verhältnismäßig bekannt ist, ist einfach. Zu uns kommt durch den Handel das Material aus Skandinavien (nicht aus Island!), Frankreich, Spanien, Schweiz und Tirol, wird ferner in den deutschen Mittelgebirgen gesammelt (Harz, Fichtelgebirge), kommt auf Heideboden aber auch in der Ebene

<sup>1)</sup> Genaue Analyse: 70 % Lichenin und 11 % Dexflichenin (dies beides die Kohlehydrate), Fumarprotocetrarsäure meist 2 % (bis 3 %), Protolichesterin und Paralichesterinsäure zusammen 1 % (diese drei Flechtensäuren), 2 % Asche; ätherisches Öl, Gummizucker, Eisen. Der Kohlehydratgehalt wird meist ungenauer als „Flechten- oder Moos-Stärke“ angegeben, die beiden Stoffe zusammen bilden die Wandsubstanz der Flechtenhyphae.

<sup>2)</sup> Es ist nicht richtig, wie die Literatur meist angibt, daß die Flechte *Cetrarin* (= Cetrarsäure) enthalte. Dies ist nur ein durch die Behandlung mit Alkali und Alkohol entstandenes Spaltungsprodukt der *Fumarprotocetrarsäure*, vgl. *Zopf*, die Flechtenstoffe (Jena 1907) S. 420, auch diese ist bitter, aber in Magen und Darm aufgenommen nicht giftig, ebenso wenig wie *Cetrarin* für den Menschen (l. c. 377 f.).

<sup>3)</sup> Weitere solche Angaben aus neuerer Zeit stehen auch noch im *Chem. Centralblatt* 1906, II, Nr. 10. (Hier Rezepte für Gebäck mit Milch.)

<sup>4)</sup> *Zocznig* gibt für das völlig mit schwach alkalischem Wasser entbitterte „Gemüse“ als Gehalt an: Stickstoffhaltige Substanz 2,81 %, Rohfett 0,4 %, Rohfaser 4,6 %, Asche 6,99 %, Wasser 6 %, stickstofffreie Substanz 79,2 %. (Arzneidrogen Bd. I.)

<sup>1)</sup> „Die Flechten Deutschlands und Österreichs als Nähr- und Futtermaterial“ 15 S. und „Die Lager von Rentierflechte und ihre Verwertung als Futter“ 13 S., von Prof. *C. Jacoby*. Tübingen 1915, J. C. B. Mohr.

vor. Es wäre also denkbar, an vielen Orten (gerade in ärmeren Gegenden, auf Heideland) das Ernten und die Verwendung einzuleiten; zum mindesten aber eine solche als *Viehfutter*. —

Diese letztere Verwendbarkeit wünscht *Jacobj* nun in besonderem aber für eine andere Flechte bekannt zu machen: die *Rentierflechte* (*Cladonia*, genauer: *Cladina rangiferina* (L.) Web.<sup>1)</sup>). Auch diese Flechte enthält reichlich Kohlehydrate und findet in nordischen Ländern als *Viehfutter* Beachtung. Verdankt sie ihren Namen doch dem Umstand, daß sie für das Rentier vielfach die hervorragende, ja (im Winter gelegentlich) einzige Nahrung vorstellt. Ältere Literatur gibt dann auch an, daß fabrikmäßig sich nach Überführung der „Flechtenstärke“ in Zucker daraus Alkohol gewinnen lasse<sup>2)</sup>. Es ist eine verbreitete Angabe, daß der Nährwert der Flechte dreimal so groß wie der der Kartoffel sei. Da die Pflanze in Heidegegenden Deutschlands zwischen Calluna, mit Moosen, aber auch vielfach in großen reinen Polstern weit verbreitet und leicht zu sammeln ist, so ist gerade im gegenwärtigen Augenblick, wo wir die bisherige ausländische Einfuhr von Futtermitteln entbehren, die *Jacobj'sche Anregung außerordentlich wertvoll für uns*. Um so mehr, als er (im württembergischen Allgäu) die Möglichkeit des Einsammelns und Größe des Ertrages genauer festgestellt hat. Danach würde sich der Wert als Futtermittel auf mindestens 10 Pfennig für 1 kg (frische) Flechte stellen, ein Mann pro Tag davon etwa 1 Zentner sammeln können und auf 1 qkm dort etwa 20 000 kg kommen. Da auch Vorversuche mit Verfütterung der Pflanzen (gekocht in Molken) günstig verliefen, so ist den eingeleiteten Bemühungen zur wirtschaftlichen Aufklärung hierüber voller Erfolg sehr zu wünschen.

Es ist von besonderem Entbitterungsverfahren hierbei nicht die Rede, obwohl die *Rentierflechte* den gleichen Stoff wie die isländische enthält. Vermutlich ist die Menge geringer, oder es erfolgt bei der oben geschilderten Zubereitung des Futters eine den Geschmack günstig beeinflussende Zersetzung des Bitterstoffes. Daß neben der ech-

<sup>1)</sup> Die botanische Angabe in *Jacobj's* Schrift ist nicht genau. Bei uns kommen in der Ebene zwei (zweifellos vom Volk mit dem gleichen deutschen Namen belegte) nahverwandte Formen der Untergattung *Cladina* vor, außer der oben genannten, die gut unterschiedene *silvatica* (L.) *Hoffm.*, in den Gebirgen noch die dritte *alpestris* (L.) *Rabenh.* An *C. silvatica* besonders schließt sich ein von verschiedenen verschieden bewerteter Formenkreis an. So auch (meist nach *Wainio*) z. B. *Lindau*, Flechten (Berlin 1913), S. 107, genauer bei *Sandstedt*, Cladonien d. nordwestl. Tieflandes (Abh. Nat. Ver. Bremen 1912, S. 340 f.). — Die Botaniker schreiben übrigens keineswegs alle (der Volksetymologie folgend): *Renntierflechte*, sondern manche richtig *Rentierflechte*!

<sup>2)</sup> *Jacobj's* Angaben wäre als neuere, auch wegen Einzelheiten beachtenswerte, noch diese Literatur hinzuzufügen: *Mentz og Ostenfeld*, Planterverdenen i menesket's tjeneste (1906) S. 208, wo die Verfütterung z. B. mit Heidekraut auch an Schweine und in Jütland die Verwendung zu Brot erwähnt, die Branntweinergewinnung aber in ihrem Wert bezweifelt ist.

ten *rangiferina* auch die *silvatica* verwendbar wäre, ist allerdings für die *Jacobj'schen* Vorschläge meines Erachtens Voraussetzung. Denn dem Volke würde die Unterscheidung Schwierigkeiten bereiten. Leider mahnt eine Angabe zur Vorsicht, nach der eine Rentierherde (in Wien) die ihr statt der echten versehentlich vorgesetzte *Cl. silvatica* nicht annehmen wollte. Der Grund ist nicht bekannt, ebenso wenig aber auch die besonderen Umstände, z. B. die Zubereitung des Futters für die Tiere in diesem Einzelfalle<sup>1)</sup>. Hier sind also die in Aussicht gestellten Tierfütterungsversuche abzuwarten. — *Jacobj* wirft auch die Frage auf, ob nicht noch andere häufige Flechten als *Viehfutter* Verwendung finden können. Er denkt z. B. an die sehr verbreitete und den Bäumen fast schädliche *Evernia prunastri* (L.). Daß diese, wie alle kräftigeren Flechten, einen Nährwert besitzt, ist zweifellos, die genannte hat auch erhebliche Substanzmenge. Sie enthält keinen Bitterstoff<sup>2)</sup>, trotzdem sind erst Fütterungsversuche maßgebend. Und ich möchte hier vor allem betonen, daß *solche allgemein nur für je eine Flechtenart gültig sind*, denn die Eigenschaften der den Arten jeweils eigenen Flechtensäuren und Flechtensäurekombinationen sind sehr verschieden, sowohl die Löslichkeit und Zersetzung, als auch ihre Wirkung auf die Organismen<sup>3)</sup>. Für alle Flechten gilt nur das eine, daß sie *eher in feuchtem Zustand gefressen werden als trocken*. Wollte man an weitere Versuchsobjekte noch besonders erinnern, so wäre das *Cetraria glauca* (L.), eine gleichfalls sehr häufige und *nicht bittere* Verwandte der isländischen Flechte, die (meist steril) an Rinde von vielen Baumarten, Zäunen, Steinen, überall in Deutschland vorkommt.

Die Ernte der Flechten macht keine Schwierigkeiten, nur reichlich vorhandene lohnen natürlich. Aber auch *Jacobj* berührt schon die *Frage des Nachwuchses* und damit die, ob wir in den Flechten etwa dauernd eine Ersatzquelle für einen Teil der bisher uns vom Auslande gelieferten Futtermittel zu sehen haben. Nun wird das Wachstum der Flechten ziemlich allgemein als auffallend langsam angenommen, es ist darüber bisher wenig bekannt. Keineswegs gilt die Langsamkeit als Regel,

<sup>1)</sup> *Zopf*, l. c. S. 405: *Cladina rangiferina* und *silvatica* enthalten beide Fumarprotocetrarsäure, außerdem die erste Atranorsäure, die zweite Usninsäure. Diese beiden Säuren sind nicht bitter. *Cladina alpestris* enthält keinen Bitterstoff, aber auch Usninsäure. — In der Geschichte mit den Wiener Rentieren spricht *Zopf* (S. 372) als möglichen Grund den Usninsäuregehalt an, es könnte aber natürlich nach seiner Meinung auch ein ganz anderer Stoff sein. Ich merke an, daß Usninsäure *sehr schwer* löslich ist.

<sup>2)</sup> sondern die nicht bitteren Usninsäure, Atranorsäure, Everssäure. (*Zopf*, l. c. S. 421).

<sup>3)</sup> Während viele Flechtensäuren, gerade übrigens auch schwer lösliche, von Tieren (Schnecken u. a.) gefressen werden (also nicht etwa einen „Fraßschutz“ bilden), gibt es auch wirklich *giftige*, z. B. Vulpinsäure, auch *Cetrarin* für kleine Tiere und injiziert wirkt schädlich.

gerade Cladonien können unter Umständen *sehr rasch* wachsen, wie ich beobachtet habe. Wenn also vorgeschlagen wird, die hohen strauchartigen Rasen der Rentierflechte „abzuscheren“ (statt auszureißen), so könnte man darin ja in der Tat Schonung des Nachwuchses sehen? Leider *nein!* Denn bei den höheren Stämmchen der Cladonien sind die unteren Teile mehr oder weniger abgestorben, die Beziehung zum Boden ist ja für die Ernährung sehr gering an Wert, wesentlich vielleicht nur hinsichtlich der Wasserzufuhr auf rein physikalischem Wege. (Es sind ähnliche Verhältnisse wie in einem Torfmoospolster.) Wo aber noch lebende Teile vorhanden wären, würde bei dem Abschneiden schwerlich wieder ein gleichmäßiger normaler Rasen der Flechte erwachsen, es würde (bei genügender Feuchtigkeit) der Pilz wohl wuchern können, aber das Flechtenwesen als solches zerstört sein. Die Flechten sind so außerordentlich labil in ihrer Vegetation, weil sie so sehr anspruchsvoll sind: wo zwei Organismen (Pilz und Alge) befriedigt sein wollen, ist die Wahrscheinlichkeit für das gleichzeitige Gedeihen im physiologischen Gleichgewicht geringer, stört infolgedessen jeder Eingriff von außen viel mehr. Ich weiß aus Zuchtversuchen genau, wie sich Cladonien bei Regeneration verhalten, doch würden die Einzelheiten hier kaum Interesse finden. Es wird aber hierdurch wohl zugleich klar, daß die stattlichen Flechtenrasen, mögen sie lange oder kurze Zeit zur Entstehung gebraucht haben, in ganz besonderer Weise auch von ihrem Nachbarn, von den Gräsern, Moosen und Kräutern abhängig sind. Sie sind in Ausdehnung und Art ihres Wuchses mit das Produkt von deren Entwicklung. *Darum ist es aussichtslos, in bestehender Formation neue Aussaat zu erhoffen.* An sich würde dazu das, was an Astspitzchen beim Sammeln abbricht (je trockener die Flechten, desto mehr! *Jacobj* hält Sammeln in Trockenheit deshalb für unzweckmäßig), zur Aussaat genügen. Denn nur auf vegetativem Wege vermehren sich offenbar die Cladonien. Aber die Saat würde kaum aufkommen an den alten Stellen, würde dort von dem benachbarten Graswuchs u. a. erdrückt und jedenfalls nicht in absehbarer Zeit zu normaler Flechte reifen. Im günstigsten Fall würden solche Halbflechten zustande kommen, wie ich sie früher geschildert habe<sup>1)</sup>. Die Strauchflechten auf dem Boden können sich im wesentlichen *nur mit ihrer Umgebung ansiedeln, entwickeln und verändern.*

Es ist außerordentlich dankenswert, daß für dies Jahr und die nächsten an vielen Orten, gerade in Gegenden ärmerer Böden<sup>2)</sup>, eine brauchbare Futterquelle durch die Benutzung der Rentierflechte erschlossen wird, sie muß aber doch wohl — leider — mit der Zeit sich erschöpfen. Mit Maß, jeweils örtlich von Bedürftigen benutzt,

kann sie auch länger fließen. Für Benutzung anderer Flechten, z. B. der Rinden bewohnenden, falls Fütterungsversuche die Heranziehung einiger ganz häufiger als möglich erweisen sollten, könnten die Verhältnisse günstiger sein. Viele davon wachsen leichter und schneller, freilich ist die Ernte mühsamer. Sicher gebührt *Jacobj* für die Anregung großer Dank.

## Einige Beobachtungen an stark gespannten Glasplatten.

Von Prof. Dr. G. Berndt, Berlin-Friedenau.

Bekanntlich zeigen durch schnelle Abkühlung oder durch mechanische Kräfte stark gespannte Glasplatten im polarisierten Licht, ähnlich wie nicht zum isotropen System gehörige Kristalle, Spannungsfiguren, die sich bei genügender Größe der Spannung durch lebhaftere Farben auszeichnen. Zur Beobachtung benutzt man am besten zwei Nikolsche Prismen oder einen schwarzen Spiegel und einen Nikol, deren Polarisations Ebenen gekreuzt sind. Auch zwischen parallelen Polarisatoren kann man die Farbenerscheinungen, wenn auch weniger glänzend, erhalten.

Bei einer sehr stark gespannten Platte fiel auf, daß man die Farben bei schräger Blickrichtung auch ohne Nikol sehen konnte, wenn die Platte auf dem schwarzen Spiegel lag. Bei Verfolgung dieser zufälligen Beobachtung ergab sich, daß auch der schwarze Spiegel überflüssig ist und daß eine frei auf einem dunklen Untergrund liegende Platte (bei schräger Aufsicht) Spannungsfiguren zeigt, deren Intensität allerdings nicht mit der zwischen gekreuzten Polarisationen erhaltenen zu vergleichen ist. In diesem Falle wird der eine Polarisator durch die als unbelegter Spiegel wirkende Unterfläche der Platte ersetzt. An die Stelle des anderen Polarisators tritt das Himmelslicht, welches immer bis zum gewissen Grade polarisiert ist. Der Beweis für diese Behauptung läßt sich durch Beobachtung bei verschiedenen Sonnen-Azimuten führen. Das Licht, welches aus Gegenden kommt, die von der Sonne um 0° oder 180° abstehen, ist nur sehr schwach, das aus Sonnen-Azimuten von 90° stammende dagegen sehr stark polarisiert. Dementsprechend treten bei Beobachtungen senkrecht zur Schattenrichtung die Farben sehr lebhaft, in der Schattenrichtung dagegen nur sehr matt auf. Eine stark gespannte Glasplatte kann also als ein — wenn auch roher — Indikator für die Polarisation des Himmelslichtes dienen.

Im Einklang damit stehen Beobachtungen der stark gespannten Platte mit einem Nikolschen Prisma bei senkrecht durchfallendem Lichte. Bei Beobachtung nach Punkten, welche im Sonnenazimut von 90° liegen, sind die Farben sehr lebhaft; sie verschwinden dagegen fast völlig, wenn die Blickrichtung mit der Schattenrichtung zusammenfällt. Im letzteren Falle treten die Far-

<sup>1)</sup> Jahrb. f. wiss. Bot. 1911, Bd. 49, S. 389.

<sup>2)</sup> Ebenso natürlich die Nutzung der Flechten bei Urbarmachung von Heideboden, z. B. durch Kriegsgefangene, woran *Jacobj* erinnert hat.

ben indessen wieder auf, wenn man schräg durch eine Fensterscheibe blickt; sie werden am intensivsten, wenn man die Platte so neigt, daß die Strahlen sie möglichst unter dem Polarisationswinkel verlassen. In diesem Falle wird das Licht beim Durchgang durch die Fensterscheibe polarisiert. Verwendet man statt des einfachen ein Doppelfenster, so werden die Farben viel intensiver. Es ist nun die Frage, ob das Licht durch die Brechung beim Passieren der Fensterscheibe oder durch zweimalige Reflexion (an der Rückseite und dann an der Vorderseite) polarisiert wird. Durch einmalige oder zweimalige Brechung wird Licht nur sehr unvollkommen polarisiert; andererseits wird aber Licht durch zweimalige Reflexion sehr stark geschwächt; von vornherein könnten also beide Möglichkeiten in Frage kommen. Beobachtungen mit einem Nikolschen Prisma ergaben aber, daß das durch die Fenster dringende Licht nur dann geschwächt wird, wenn seine Polarisationssebene senkrecht zur Brechungsebene steht, daß also somit das reflektierte Licht das polarisierte ist. Bei dem Doppelfenster kommen zu den an der ersten Scheibe zweimal reflektierten Strahlen noch die zwischen beiden Fenstern und ferner die an den beiden Flächen der inneren Scheibe zweimal reflektierten Strahlen hinzu, so daß der Anteil des polarisierten Lichtes gegenüber dem bei einer einfachen Scheibe angenähert verdreifacht wird.

Daß indessen auch das polarisierte Himmelslicht zum Gelingen des weiter oben beschriebenen Versuches nicht notwendig ist, ergibt sich durch Beobachtung der stark gespannten Platte ohne Nikol oder schwarzen Spiegel bei schräger Blickrichtung bei Beleuchtung durch eine Glühlampe im verdunkelten Zimmer, deren Licht durch einen Seidenpapierschirm gleichmäßig gemacht ist. Auch in diesem Falle kann man — allerdings sehr schwache — Farben beobachten. Als erster Polarisator wirkt hier die Unterfläche der Glasplatte. Das von hier reflektierte Licht durchsetzt die Platte, wird zum Teil an der oberen Fläche wieder reflektiert, welche als zweiter Polarisator (mit zum ersten paralleler Polarisationssebene) wirkt, durchsetzt die Platte zum zweiten Male, wird an der unteren Fläche zum dritten Male reflektiert und gelangt nach einem weiteren Durchsetzen der Glasplatte schließlich ins Auge. Wegen des Lichtverlustes bei der dreifachen Reflexion und der parallelen Stellungen der Polarisationssebenen sind die Farben nur sehr schwach ausgeprägt.

Eine ähnliche Erscheinung kann man in den Wintertagen an zugefrorenen Wasserflächen beobachten, bei welchem das Eis in der Nähe des Ufers oder von Brückenpfeilern u. ä. abgeschmolzen oder weggebrochen ist. Schaut man auf dasselbe mit einem Nikol unter nicht zu steilem Winkel, so beobachtet man an den Eisrändern lebhaftere Farben. Als erster Polarisator wirkt in diesem Falle die unter dem Eise liegende reflektierende

Wasserfläche. Ohne Nikol wird die Erscheinung kaum zu erhalten sein, da die Oberflächen des Eises selten eben genug sein werden, um eine regelmäßige Reflexion zu ergeben.

## Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung am 5. Juni 1915 sprach Herr Geheimrat Professor Dr. F. Frech-Breslau über die *Dardanellen und ihre Nachbargebiete auf Grund eigener Reisen*.

Die Beziehungen zwischen Strategie und Geographie sind im Laufe der Zeiten sehr verschiedenartig bewertet worden. In der Gegenwart scheinen die großen Flüsse und vor allem deren Mündungsgebiet im Vordergrund des Interesses zu stehen, was äußerlich dadurch erkennbar wird, daß die kriegführenden Mächte sich in den Besitz der Mündungen des Rheins, der Weichsel und des Schatt el Arab zu setzen suchen. Aber auch jene Gebiete, die in früheren Epochen der Erdgeschichte Flüsse waren und seitdem durch geologische Änderungen oder durch das Eingreifen des Menschen in Meeresstraßen umgewandelt wurden, sind heute heiß umstrittene Kampfplätze.

Die Meerengen, welche den Pontus und die Nordsee mit größeren Ozeanen verbinden, haben mit dem Suezkanal das gemein, daß sie ursprünglich Teile älterer Flußläufe gewesen sind. Der Ärmelkanal ist die alte Mündung des Rheins, Dardanellen und Bosporus wurden von einem im Schwarzen Meere mündenden Strom durchzogen, der in der Tertiärzeit auf einem heute versunkenen Gebirge in der Nähe von Kreta entsprang, und die Mitte der durch den Kanalbau durchstochenen Landenge zwischen Port Said und Sues ist das geologisch alte Delta des Nil. Noch mehr als in Friedenszeiten beanspruchen diese ozeanischen Verbindungen im Weltkrieg hervorragende Bedeutung; das Verständnis der auf geologischer Grundlage ruhenden Morphologie der Erdoberfläche gewinnt somit eine über die Tagesereignisse hinausreichende Bedeutung. Die Umbildung der früheren Flußbetten erklärt weitere Eigentümlichkeiten der Dardanellen und des Bosporus, welche die militärische Stellung des Verteidigers begünstigen und den Angriff zur Erfolglosigkeit verdammen.

Strömungen und Geländeformen allein können das Gelingen oder die Vereitelung eines Angriffes nicht erklären. Dürften doch das letzte und entscheidende Wort bei der Dardanellenverteidigung unsere Unterseeboote im Mai 1915 gesprochen haben. Aber in den ersten Stadien des Kampfes kommt den natürlichen Verhältnissen eine sehr wichtige Rolle zu.

Die beiden Meerengen bilden nun die Verbindungen zwischen dem mit starken Süßwasserzuflüssen (Donau, Dnjestr, Dnjepr, Don und viele kurze, aber teilweise sehr wasserreiche Flüsse des Kaukasus und Nord-Anatoliens) reichlich gespeisten Becken des Pontus und dem Mittelmeer, in dem die Verdunstung die Wasserzuflüsse des Festlandes überwiegt. Die notwendige Folge ist ein Abströmen des weniger salzigen Pontuswassers, also eine Oberströmung, die von einem tieferen Rückstrom des salzigeren und daher schwereren Mittelmeerwassers nur zum Teil ausgeglichen wird. Die Oberströmung ist um so stärker, je geringer die Breite der Meerengen wird.

„Diese Oberflächen-Strömung ist im Bosporus fast überall deutlich sichtbar, ja an den engsten Stellen, so bei Arnautköi und bei Rumili Hissar, braust der Strom mit großer Gewalt um die Ecken des Ufers; hier müssen



Ruderboote mit Stricken stromauf gezogen werden.“ (Nach Philippson.) Die Wirkung der oberen und unteren Strömung wird durch die Gezeiten nicht unterbrochen, da ja Ebbe und Flut im Mittelmeer fehlen. Die Geschwindigkeit der Oberströmung beträgt in dem engen Bosporus bis zu 10 km, in dem breiten Hellespont bis zu 5 km in der Stunde.

Die verschiedene Richtung der oberen und unteren Meeresströmung ist offenbar den in die Dardanellen eindringenden Unterseebooten ungünstig. Einen einzigen Erfolg — der Torpedierung des mehr als 40 Jahre alten, als schwimmendes Fort dienenden Panzers *Mes-sudic* — steht der Verlust von 4 oder 5 englischen und französischen Tauchbooten gegenüber. Dies ist leicht zu verstehen: Denn während untergetauchte Boote nur geringe Geschwindigkeit zu entwickeln vermögen, sind sie fast wehrlos dem Wechsel der Ober- und Unterströmung ausgesetzt, der in einer gewundenen Meerenge von verschiedener Breite naturgemäß häufige Schwankungen zeigt. Viel bessere Aussichten boten sich den deutschen technisch überlegenen Unterseebooten bei ihren Angriffen in dem von Strömungen freien Golf von Saros, wie die glückliche Torpedierung von 4 englischen großen Dampfern zeigt.

Diese im Bosporus vom Schwarzen Meere, in den Dardanellen von der Propontis ausgehende starke Oberströmung erleichtert nun, wie ohne weiteres klar ist, jede Verteidigung gegen einen von Süden oder von Südwesten eindringenden Gegner. Der Verteidiger des Hellespont hat nur nötig, Streuminen in größerer Zahl auszulegen, die dann von der Strömung den feindlichen Schiffen entgegengetrieben werden und ihnen verderblich werden. Allerdings scheint ja nach den bisher vorliegenden Nachrichten nur der schon durch Geschütztreffer beschädigte „*Bouvet*“ in dieser Weise vernichtet zu sein. Der „*Bouvet*“ wurde nach dem W. T. B.-Bericht durch einen Volltreffer auf Deck und eine Minenexplosion zerstört, erweist aber, wie die Aufrichtung kurz vor dem Untergange sowie die Schnelligkeit der Katastrophe zeigt, die überwiegende Wirkung der Streumine. Von den beiden englischen Panzern „*Irresistible*“ und „*Ocean*“ gibt der türkische Bericht an, daß sie durch Artillerie vernichtet seien.

Für die Verteidigung des Hellespontes kommt außer der erwähnten Meeresströmung vom geographisch-geologischen Standpunkt ein zweites, dem Angreifer ungünstiges Moment in Betracht.

Wesentlich für die Anlage von Mörser- und Haubitzbatterien ist die morphologische Gestaltung des Hellespontes, welche auf der europäischen und auf der asiatischen Seite zahlreiche, wohl ausgeprägte Quertäler, die Nebenbäche des alten Flußbettes umschließt. Diese Täler, deren Zahl auf dem Chersones zwölf übersteigt, bilden außerordentlich günstige natürliche Artilleriestellungen für Stielfeuergeschütze und sind dem Angreifer so gut wie gänzlich verborgen.

Ganz anders dagegen liegen die Verhältnisse an der Nordwestseite der Halbinsel von Gallipoli. Hier bildet die an den Golf von Saros grenzende Küste den Rand des nordägäischen Einbruchs. Sie verläuft ziemlich geradlinig und enthält keine so guten Verteidigungsstellen wie die nach Südosten hin entwässernden Schluchten.

Der Bosporus, dessen Landschaftsbild von vielen Beobachtern mit dem Rhein verglichen wird und auch geologisch manche Ähnlichkeiten mit dem Rheinischen Schiefergebirge hat, zeigt wegen seiner geringen Breite und tieferen Ufer die Strömung in noch größerer Stärke

wie der Hellespont. Infolgedessen sind die am Schwarzen Meer ausgestreuten Minen noch einer sehr viel rascheren Verbreitung fähig. Diese Strömungsverhältnisse werfen also ein scharfes Licht auf die Pläne der Russen, welche Anfang November 1914 zum Kriegsausbruch Veranlassung gaben. Man erinnert sich, daß damals von Teilen der türkischen Flotte ein großer russischer Minenleger und zwei Torpedoboote am pontischen Eingang des Bosporus angetroffen und versenkt worden sind.

Die gesamten Küsten des Schwarzen Meeres sind von Odessa bis zu der Krim, von Batum bis Trapezunt und zurück bis zum Eingange des Bosporus in den Bereich der Flottenoperationen gezogen worden. Die westlichen türkischen Hafenplätze Ereğli und Söğüt sind gleichzeitig die einzigen Steinkohlenlieferanten der türkischen Flotte und der Hauptstadt. Sie waren daher wiederholt Gegenstand feindlicher Angriffe oder Angriffsversuche. Die Kohlenbergwerke von Söğüt, die längere Zeit von einer französischen Gesellschaft betrieben wurden, sind gleich zu Anfang des Weltkrieges unter deutsch-türkische Verwaltung gestellt worden und haben ihrer Aufgabe unter den schwierigsten Verhältnissen durchaus genügt.

Die Bedeutung der weiter östlich folgenden Häfen ist für Handel und Weltkrieg verschieden. Zukunftsreiche Erzgänge sind im Hinterlande von Kerasunt und Trapezunt bekannt; besonders können die dort vorhandenen Kupferlager dereinst von Wichtigkeit werden. Sie zeigen die gleiche Zusammensetzung wie die östlich des Tschorok, d. h. bereits in Russisch-Transkaukasien abgebauten Vorkommen von Dsaul und Bortschka, die gleichzeitig im Laufe der ersten Kriegsmomente vielfach von Russen und Türken umstritten worden sind.

Die bis zu alpinen Höhen (3400 m) aufsteigenden Gebirgszüge des Tschorokgebietes wie der Kartschalagh haben die Operationen zwar eingeschränkt, aber nicht gehindert. Es scheint, daß weder hier noch an der Küste eine der Parteien ausschlaggebende Erfolge erzielt hat.

Allerdings haben die Türken hier offenbar mit voller Absicht den Krieg hinhaltend geführt, während sie weiter südlich in den persischen Grenzprovinzen Aserbeidjan, Kermanschah, Luristan und Chusistan energischer vorgehen. Hier fehlen Eisenbahnverbindungen, abgesehen vom mittleren Araxestal, auf beiden Seiten der Grenze, und die im Schwarzen Meer-Gebiet wahrnehmbare Ungleichheit ist somit hier aufgehoben. Vor allem ist an dem unteren Tigris und im Schatt el Arab ein energischer Anstrengungen würdiges Kampfziel vorhanden: das persisch-mesopotamische Erdölgebiet, dessen Quellen von der Bagdadbahn bisher kaum erreicht, dafür aber an der persisch-türkischen Grenze von englischer Seite in Angriff genommen sind. Die Engländer haben zwar zum Schutze ihrer Petroleuminteressen in den Städten Achwas und Disful im Schatt el Arab englische Truppen gelandet, sind jedoch schon vor Monaten aus diesem sogar durch eine Eisenbahn erschlossenen Erdölgebiet vertrieben worden. Nach einer von Ende Mai stammenden Notiz der „Times“ halten sie bei Basra unter den schwierigen Verhältnissen und dem sehr ungünstigen Klima nur gerade noch mühevoll Stand.

Da die türkischen, von den persischen Grenzstämmen unterstützten Truppen die Engländer nicht nur aus diesem Gebiet vertrieben, sondern gleichzeitig auch hier und da die von Petroleumquellen begleitete Straße Bagdad—Kermanschah—Teheran besetzt haben, so ist hier im vorderasiatischen Petroleumgebiet den unter

deutscher Führung operierenden Truppen ein voller Erfolg beschieden worden.

Der Vortragende erläuterte seine Ausführungen durch zahlreiche, größtenteils von ihm selbst aufgenommene Lichtbilder, welche die z. T. sehr eigentümlichen geographischen Verhältnisse der von ihm behandelten Gebiete veranschaulichten. Erwähnt seien hier nur die vielfachen Beweise früherer Erdbeben, welche sich an den antiken und mittelalterlichen Bauwerken zeigten und die Verschiedenartigkeit der Erdbebengefahr in den einzelnen Gebieten und den Einfluß des geologischen Baues sowie der Beschaffenheit des Untergrundes für die Sicherheit der Bauten erkennen ließen. Von großem Interesse waren ferner die Bilder, welche die grandiose Vegetationslosigkeit der persischen Grenzgebirge veranschaulichten, desgleichen die seltenen Fälle von isoklinalen Tälern in dem gleichen Gebiet, und schließlich die schon von *Strabo* beschriebenen persischen Petroleumquellen nebst einer dort seit etwa 2000 Jahren ununterbrochen brennenden Gasquelle.

Zum Schluß erinnerte der Vortragende noch an Beziehungen zu dem Orient, die in mehr als einer Hinsicht an die Gegenwart gemahnen, wenngleich sie bereits 6 bis 7 Jahrhunderte zurückliegen.

Als die Kreuzfahrer auf dem ersten Kreuzzuge über den Tauros hinabstiegen, fanden sie ein christliches armenisches Königreich, dessen Bewohner die arabischen Bedränger erwählten; aber sie fanden gleichzeitig hier eine so hoch entwickelte Befestigungstechnik, daß der deutsche Kaiser Otto IV., der einstige welfische Kaiser des römischen Reiches, vor 700 Jahren (1207) den Grafen Wilhelm von Oldenburg zum Studium des armenischen Burgenbaues nach dem Orient entsandte. Die ausgezeichnete Erhaltung der zum Teil als Zufluchtsstätten, zum Teil zur strategischen Deckung an wichtigen Straßenknotenpunkten errichteten Burgen zeigt noch heute, wie gut die armenischen Baumeister ihre Kunst verstanden haben. Die Hauptburgen liegen an den heutigen wichtigen Knotenpunkten der Bagdadbahn und beweisen durch die Bauart, vor allem durch die wohlerhaltenen Mauerzinnen, daß hier wahrscheinlich die Vorbilder der Normannenburgen Süditaliens zu suchen sind. Also sind die Beziehungen, wie sie heute zwischen Orient und Okzident sich wieder knüpfen, schon Hunderte von Jahren alt; aber während damals unsere Ritter die Baukunst im Orient erlernten, haben jetzt deutsche Offiziere — von Moltke und Blum-Pascha bis zur Gegenwart — die Batterien des Bosphorus und der Dardanellen erbaut und verteidigt.

O. Baschin.

## Kleine Mitteilungen.

**Der Kohlensäuregehalt der Luft in seiner Bedeutung für die grünen Pflanzen.** Eine bisher in der wissenschaftlichen Pflanzenernährungslehre kaum berührte, sehr wichtige Frage ist jetzt von *Hugo Fischer* angeschnitten worden. Er gibt im letzten Jahresberichte der Vereinigung für angewandte Botanik (Bd. XI, S. 1—8, 1913/14) einen vorläufigen kurzen Bericht über die unter Umständen sehr auffallende Wirkung eines gesteigerten Kohlensäuregehaltes der Luft auf grüne Pflanzen. Zwei verschiedene Fragen laufen hier nach *Fischer* in einem Punkt zusammen: Einmal die Frage nach dem Verhalten der Pflanzen, wenn man ihnen etwas mehr  $\text{CO}_2$  darbietet, als für gewöhnlich in der Luft enthalten ist, und dann die

Frage nach den Ursachen der Blütenbildung. Hinsichtlich der ersten Frage hat man sich bisher merkwürdigerweise immer damit begnügt, die alte Feststellung von *Godlewski* wieder von neuem anzuführen, nach der die Kohlenstoffverarbeitung noch bis zu einem Gehalte der umgebenden Luft von 8 %  $\text{CO}_2$  einer Steigerung fähig ist, höher hinauf aber wieder abnimmt. Aber auch im Pflanzenbaubetriebe hatte man bisher kaum jemals nach dem Einflusse einer dauernden  $\text{CO}_2$ -Behandlung auf die Pflanze gefragt, obgleich man hier schon längst wußte, daß man Vorteile erzielt, wenn man den Wurzeln ein gewisses „Mehr“ an Stickstoff, Phosphor, Kali, Kalk darbietet, als die meisten Böden für gewöhnlich davon enthalten. Lange schon kannte man das wichtige Gesetz vom „Minimum“; indessen auf den wichtigsten Baustoff des Pflanzenkörpers, auf den Kohlenstoff, wurde es kaum jemals angewandt. Und doch steht es von vornherein außer Zweifel, daß auch eine volle Ausnützung der im Boden vorhandenen oder ihm noch zugeführten Nährsalze nur dann möglich ist, wenn der Pflanze auch soviel Kohlenstoff (C) zur Verfügung steht, als sie noch mit Nutzen verarbeiten kann. Aus den bisherigen Versuchen *Fischers* über die Wirkung eines gesteigerten  $\text{CO}_2$ -Gehaltes der Luft auf die Pflanzenentwicklung läßt sich in fast allen Fällen ein sehr deutlicher günstiger Einfluß der vorgenommenen  $\text{CO}_2$ -Behandlungen erkennen. Es wurde eine Vermehrung der erzeugten Pflanzenmasse bis über das Dreifache (gegenüber den unbehandelten Pflanzen) beobachtet; ferner wurde eine frühere und beträchtlich reichere Blüte, ein reichlicherer Fruchtansatz (fast bis auf das Doppelte) festgestellt. (Beachtenswert ist dabei auch ein Fruchtansatz bei einer unter gewöhnlichen Bedingungen ganz unfruchtbaren Zwitterpflanze: *Tropaeolum minus*  $\times$  *peregrinum*; s. Gartenflora 1913, S. 278.) Schließlich konnte auch schon eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Pflanzenschädlinge beobachtet werden.

B. II.

**Die Bedeutung des Mengenverhältnisses von Kalk und Magnesia in den Nahrungsmitteln.** Nach mancherlei neueren Forschungen, besonders nach denen von *Oskar Loew* (München), scheint das Mengenverhältnis der Kalkverbindungen und Magnesiaverbindungen (Ca u. Mg-V.) nicht nur in der Pflanzenwelt beim Aufbau der einzelnen Pflanzen eine überaus wichtige Rolle zu spielen, sondern es scheint auch für alle tierischen Lebewesen und schließlich auch für die Ernährung und Entwicklung des Menschen sehr wichtig zu sein. Schon seit langer Zeit hatte *Loew* beobachtet, daß die beste Pflanzenentwicklung u. a. auch von einem gewissen Mengenverhältnisse zwischen Kalk und Magnesia abhängt und oft stark beeinflusst wird. Beide Stoffe werden von den Pflanzen reichlich aufgenommen. Das Gesetz eines bestimmten Kalkmagnesiaverhältnisses hat auch für die tierischen Zellen seine Gültigkeit. Das geht wohl schon daraus deutlich hervor, daß zwischen den pflanzlichen und tierischen Formen auf niedriger Entwicklungsstufe ein kaum bemerkbarer Übergang stattfindet. Ferner sind in biochemischer Hinsicht schon viele Ähnlichkeiten zwischen pflanzlichen und tierischen Zellen festgestellt worden. Die sog. physiologische Oxydation (Sauerstoffverbrennungsvorgang bei der Ernährung), die Fettbildung, die Umwandlung verschiedener Kohlehydrate ineinander, die Wirkung und Bedeutung der Phosphorsäure bei der Bildung von Nucleoproteiden und Lecithin, sowie die Bildung von Enzymen und

viele andere Vorgänge sind in beiderlei Klassen von Zellen jedenfalls fast völlig gleich. Wenn nun die Magnesiummenge über die Kalkmenge steigt, so tritt bei den Pflanzen stets ein Minderertrag ein. Das entspricht also einer Herabsetzung der Leistungsfähigkeit. Ferner konnten *Malcolm*, *Mendel* und *Benedict* beobachten, daß bei tierischen Lebewesen eine Zufuhr von gewissen Mg-Mengen eine Verdrängung von Kalk aus den verschiedensten Körperteilen nach sich zieht. Jedenfalls müssen also durch eine ohnehin kalkarme Nahrung, in der der Mg-Gehalt den Kalkgehalt übersteigt, sich allmählich auch erhebliche nachteilige Folgen bemerkbar machen.

B. H.

**Erfolgreiche Bekämpfung des Cronartiumrostes auf der schwarzen Johannisbeere.** Die Entdeckung, daß die *Peronospora* (jene berüchtigte Blattfallkrankheit) des Weinstockes von der Unterseite aus in die Blätter eindringt und dementsprechend auch bei der Bekämpfung dieses gefährlichen Schmarotzers die Behandlung der Blattunterseite mit der sog. „Bordelaiser Brühe“ (einer Kupfer-Kalkbrühe) besonders wirksam ist, veranlaßte Prof. Dr. R. Ewert (Proskau) zu näheren Untersuchungen darüber, ob auch bei anderen, durch Pilze hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten ähnliche Verhältnisse vorliegen. Gegen das Birnbaumfusikladium war die Bespritzung der Blattunterseite mit der genannten Kupfer-Kalkbrühe von gutem Erfolge begleitet. Daraufhin wurden vom Verf. umfangreichere Versuche zur Bekämpfung des *Cronartium*rostes auf der schwarzen Johannisbeere, die oft sehr stark unter diesem Pilze leiden muß, angestellt. Einen kurzen Bericht gibt der Verf. darüber im Jahresberichte der Vereinigung für angewandte Botanik (Bd. XI, S. 30 bis 32). Die Versuche zeigen, daß die Ansteckung der schwarzen Johannisbeere durch *Aecidio*- und *Uredo*-sporen nur von der Unterseite aus erfolgt. Bekämpfungsversuche mit Bordelaiser Brühe glückten vollständig. Im übrigen tritt das *Cronartium* bei der roten Johannisbeere nur selten schädigend auf; bei ihr findet man nach Ewert viel häufiger die *Pseudopeziza* ribis. Nach mehrjährigen Erfahrungen des Verf. genügt zur Bekämpfung dieses Pilzes eine bloße Bespritzung der Blattoberseite mit Bordelaiser Brühe, wenn man keine besondere künstliche Impfung der Blätter des Strauches auf beiden Seiten vornimmt. In solchen Fällen müssen beide Seiten durch das erwähnte Pilzgift geschützt werden.

B. H.

In einer kurzen gediegenen Arbeit teilt *Rudenko* die Resultate seiner Messungen an den **Samojeden, Ostjaken und Wogulen Nordwest-Sibiriens** mit, die er in einer größeren Publikation in den *Mém. Acad. Imp. de Sciences de Saint-Petersbourg, cl. Phys.-Math. Vol. XXXIII*, 1914, soeben näher ausgeführt hat. (*Rudenko*, S., *Résultats de mensurations anthropologiques sur les peuplades du nord-ouest de la Sibirie*. *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris*, 1914, VI. Ser., T. 5, Fasc. 2, S. 123—143.)

*Rudenko* hat 54 Samojeden gemessen, die eigentlich zwei Stämmen angehören, sich aber ihres Nomadenlebens wegen und der durch dieses hervorgerufenen Vermischung nicht scharf trennen lassen. Sie bewohnen die Küsten des Eismeeress an der Mündung des Ob, vom Ural bis zum Meerbusen von Tas. Die 75 gemessenen Wogulen gehören den sog. West-Wogulen an, die an den Ufern der Flüsse Soswa und Sygwa leben. Trotz dieser verschiedenen Gegenden haben die Messungen der beiden Wogulengruppen eine so große Identität

ergeben, daß Verf. sie zu einer Gruppe zusammenzieht. Anders verhält es sich bei den 127 Ostjaken, die in drei Untergruppen zerlegt werden mußten, in solche vom Fluß und Golf Ob, die stark mit Samojeden vermischt sind, in die zweite Gruppe, die zwischen der Stadt Beresow und dem Dorfe Obdorsk wohnen, und in die dritte Gruppe an den Ufern des Ob von Beresow bis zum Dorfe Mulygort und an den Ufern des Kasim.

*Rudenko* hat nur erwachsene Männer gemessen. Seine Resultate haben ihn überzeugt, daß sich der Typus der Samojeden deutlich von dem der Ostjaken und besonders der Wogulen abhebt.

Die Samojeden sind muskelstarke Menschen mit dunkler Haar- und Augenfarbe; sie besitzen eine geringe Körpergröße (156,8 cm im Mittel) bei relativ kurzer unterer Extremität (brachyskel). Sie sind ferner kurzköpfig (L.-B.-I. = 83,3), haben ein ziemlich langes und breites Gesicht mit vorspringenden Jochbeinen und relativ gerader Nase. Obwohl eher mesorhin zu nennen, springt ihre Nase etwas vor; konvexe Nasen finden sich immerhin in 5,5 %, gerade Nasen in 27,8 %. Die Samojeden zeichnen sich durch große Ohren aus, die häufig mit dem Tuberculum Darwinii versehen sind. — Dagegen sind die Wogulen weniger kräftig gebaut; ihre Haarfarbe ist meist kastanienbraun; die Augen sind von gemischter Farbe. In bezug auf die Körpergröße sind sie den Samojeden ähnlich (156,7 cm im Mittel), aber ihre unteren Extremitäten sind länger, der Rumpf dementsprechend kürzer. Nach ihrem Längenbreiten-Index sind sie mesokephal (78,3), haben also bedeutend längere Köpfe als die Samojeden. Gesichtshöhe und -breite sind geringer als bei den Samojeden, hingegen ist ihre Stirn breiter. Ihre Nase ist platter und Prognathie ist selten. Das Ohr ist kürzer und schmaler als bei den Samojeden und das Tuberculum Darwinii fehlt fast immer.

Diese beiden Gruppen sind also äußerst verschieden; sie gehören zwei Stämmen an, die sich durch einen bestimmten Merkmalkomplex scharf trennen lassen. Anders die Ostjaken, die eher einen intermediären Typus repräsentieren; ganz besonders die westlichen Ostjaken, die mit Samojeden stark vermischt sind. Sie stimmen mit diesen in vielen Punkten überein: Pigmentationsgrad, Körpergröße, Länge der unteren Extremität. Hingegen nähern sich die beiden südlichen Gruppen der Ostjaken deutlich dem Typus der Wogulen. Daher nimmt Verf. wohl mit Recht an, daß die Ostjaken eine Mischform zwischen Samojeden und Wogulen darstellen.

Es wäre von großem Interesse gewesen, wenn Verf. diese drei Gruppen auch in bezug auf die Vererbung ihrer physischen Eigenschaften im Mendelschen Sinne durch Familienmessungen untersucht hätte. Leider läßt die sehr gewissenhafte, aber etwas schablonenmäßige Arbeit die neueren Forschungsmethoden außer acht. Die französische anthropologische Schule, an die sich ja diese Arbeit anschließt, hat sich vielleicht eben aus diesem Grunde überlebt, weil sie die meist fremdsprachlichen neueren Methoden ignoriert. Ganz besonders die Anthropologie hat aber nur dann Daseinsberechtigung, wenn sie aus ihren Fundamenten, der Messung und Berechnung, die unerläßlichen Schlüsse in bezug auf Rassenvererbung und Rassenentwicklung zieht.

St. O.

**Ein bemerkenswerter Erfolg des Deutschtums im Auslande** mitten während des gewaltigen Ringens um seine Vernichtung in der ganzen Welt ist verschiedentlich, so jetzt auch in der Zeitschrift „Der Geologe“

von *Max Weg* in Leipzig gemeldet worden. Nicht durch diplomatische Kniffe und Gewaltmaßregeln, sondern einzig durch den inneren Wert der von Deutschen geleisteten, dem Auslande zugute kommenden Kulturarbeit ist er erreicht worden.

Die geologische Landesanstalt Argentiniens hat sehr vielfach und in leitenden Stellen seit langem deutsche Forscher beschäftigt. Die A-B-C-Staaten (Argentinien, Brasilien, Chile) haben sich jetzt bekanntlich enger zusammengeschlossen. Da ist es denn recht bemerkenswert, daß auch Chile im Laufe des Winters eine geologische Landesanstalt hat ins Leben treten lassen, an deren Vorbereitung und Zustandekommen die bereits längere Zeit im Staatsdienste tätigen deutschen Geologen Professor *Maier*, Dr. *Felsch* und Dr. *Brüggen* hervorragenden Anteil haben. Besonders waren es natürlich zunächst die technisch wichtigen Gebiete, denen sich die geologische Kartierungsarbeit zuwandte. Es ist nun zu erhoffen, daß sich allmählich die wissenschaftliche Erforschung gleichmäßig über das ganze Land hin ausdehnen wird. Alle Hetz- und Lügenarbeit unserer Gegner hat nichts daran zu ändern vermocht, daß deutsche Gründlichkeit und Gewissenhaftigkeit ihr stilles Werk fortführen konnten und durch Beauftragung mit der fernerer Fortsetzung der geologischen Aufnahmen in festerem amtlichen Rahmen die schönste Anerkennung fanden.

E. H.

## Zeitschriftenschau.

(Selbstanzeigen.)

### Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIII, Heft 4, 1915.

*Über die Entwicklung der Perithezien bei Venturia inaequalis* (Vorl. Mitteilung); von *K. Killian*. *Venturia inaequalis*, die Ascusform von *Fusicladium dendriticum*, entwickelt zu Beginn des Winters ihre Perithezien im Innern des abgestorbenen Apfelblattes. Dieselben werden durch eine spiralförmige Verschlingung gewöhnlicher vegetativer Hyphen angelegt. Im Innern dieses Gewebekörpers differenziert sich das Ascogon, welches aus einer Folge von großen, plasmareichen, mit 2–4 Kernen versehenen Zellen besteht. Im Gegensatz zu den inneren Ascogonelementen, die sich stark vergrößern, strecken sich die peripheren in die Länge. Unter ihnen durchbricht die Endzelle, die als Trichogyne fungiert, das Gehäuse und wächst auf das benachbarte, handförmig gestaltete Antheridium zu. Es umklammern nun die Finger dieser Hand die Trichogyne und die männlichen Kerne treten in die Trichogyne ein, um nach Auflösung aller Querwände den Ascogonfaden zu durchwandern. Einzelheiten über die eigentliche Kernfusion stehen noch aus.

*Vorläufige Beiträge zur kartographischen Darstellung der Vegetationsformationen im nordostdeutschen Flachland unter besonderer Berücksichtigung der Moore*; von *Walther Wangrin*. Im ersten Teil werden die allgemeinen Grundlagen der Formationskartographie erörtert, wobei insbesondere auch die Fragen der Formationsgliederung in Betracht gezogen werden; neben Bemerkungen zur pflanzengeographischen Terminologie ergibt sich dabei vor allem eine genauere Durcharbeitung des gegenseitigen Verhältnisses der Gliederung der Pflanzenbestände in Formationen und Bestandestypen einerseits und in durch pflanzengeographische Leitpflanzen bedingte Faciesbildungen andererseits, und es werden die verschiedenen Abstufungen der geographischen Charakterisierung und ihre Berücksichtigung bei der kartographischen Darstellung näher beleuchtet. Im zweiten Teil wird die Lösung der gestellten Aufgabe für das spezielle Untersuchungsgebiet behandelt; neben einer kurzen Übersicht über die sonstigen Pflanzenvereine desselben werden insbeson-

dere die Pflanzenbestände der Moore und ihre Gliederung eingehender besprochen.

*Über die Ausbildung der Endodermis in oberirdischen Organen, besonders im Laubblatt*; von *August Rippel*. Auch im Laubblatt bezw. Blattstiel wird eine event. vorhandene Endodermis schließlich bis zum typischen Tertiärzustand (Auflagerung einer Kohlehydratlammelle auf die Suberinlamelle, Ausbildung tertiärer Radialwände) entwickelt, womit frühere Anschauungen berichtigt werden. Dieser Vorgang gehört zu einer Reihe von Erscheinungen, die als dem sekundären Dickenwachstum von Wurzel und Achse homolog betrachtet werden müssen; er kann als der morphologische Reifezustand des Blattes bezeichnet werden. Wie weit diese sekundären Veränderungen gehen, das hängt vom absoluten Alter desselben und sehr wahrscheinlich auch von äußeren Bedingungen ab, dergestalt, daß ungünstige Lebensverhältnisse früher und intensiver solche Alterserscheinungen eintreten lassen.

*Altes und Neues zur Frage des Zusammenwirkens von Licht und Temperatur bei der Keimung lichtempfindlicher Samen*; von *Gustav Gafner*. Die Samen einer Reihe von Oenotheraceen, Hydrophyllaceen und Scrophulariaceen werden auf Beziehungen zwischen Lichtwirkung und Temperatur auf den Keimungsverlauf untersucht. Die Gesetzmäßigkeiten der Einwirkung regelmäßig intermittierender Temperaturen werden festgestellt und für verschiedene Samen verschiedenartig befunden. Im Hinblick auf die Möglichkeit einer keimungsauslösenden Wirkung intermittierender Temperaturen ergibt sich die Forderung, bei Versuchen über Lichtwirkung und Temperatureinfluß nur diejenigen Versuche als einwandfrei anzusehen, in denen die in unkontrollierten Temperaturschwankungen liegende Fehlerquelle ausgeschaltet ist.

*Einige neue Fälle von keimungsauslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf lichtempfindliche Samen*; von *Gustav Gafner*. Fortsetzung einer gleichzeitig in den *Jahrb. f. wiss. Bot.* erscheinenden Arbeit. Der hier für *Ranunculus*, *Oenothera* und *Chloris* nachgewiesene keimungsauslösende Einfluß der N-Verbindungen besteht auch für andere lichtempfindliche Samen, nämlich *Hypericum perforatum*, *Geum urbanum* und *Gloxinia hybrida*; alle diese Samen gehören also dem „N-Typus“ an. Für eine Reihe weiterer Samen ließ sich eine keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen nicht beobachten.

*Über eine Emmerform aus Persien und einige andere Emmerformen*; von *August Schulz*. In Vorderasien ist der Anbau des Emmers, *Triticum dicoccum*, im 19. Jahrhundert nur in Südarabien und der persischen Provinz Luristan nachgewiesen worden. In Luristan hat *Haußknecht* ein Emmerindividuum gesammelt, das sich jetzt in seinem Hause in Weimar befindet. Es gehört zu einer noch unbeschriebenen Form, die Verf. Tr. dic. form. *Haußknechtiana* nennt, beschreibt und abbildet. Eine in Ägypten um 2000 v. Chr. angebaute Emmerform, deren „gegerbte“ Lesen 1903 in zwei Gräbern gefunden wurden, die ebenfalls noch nicht beschrieben ist, wird Tr. dic. form. *aegyptiaca rufa* genannt und beschrieben. Sie ist nicht mit dem sog. ägyptischen Spelz Tr. dic. *triccoccum* Schübler identisch. Außerdem wird noch eine gegenwärtig in Serbien angebaute Emmerform beschrieben und abgebildet.

### Zeitschrift für Botanik; Bd. 7, Heft 4, 1915.

*Wachstum der Koleoptile*; von *E. Vogt*. Elektrisches Licht der verschiedensten Intensität und von kürzerer oder längerer Dauer bewirkt zunächst eine Förderung der Wachstumsgeschwindigkeit, deren Dauer mit wachsender Intensität abnimmt; erst nach dieser vorübergehenden Beschleunigung setzt die seit langem bekannte Retardierung des Wachstums ein. Der Einfluß plötzlicher Belichtung kommt im Wachstumsverlauf in Gestalt einer typischen Reizreaktion zum Ausdruck.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

U. S. Department of

Heft 29.

16. Juli 1915.

Dritter Jahrgang.

## Julius Elster und Hans Geitel

zur gemeinsamen Nachfeier und Feier des 60. Geburtstages

### INHALT:

Julius Elster und Hans Geitel als Forscher. Von  
*Prof. Dr. E. v. Schweidler, Innsbruck.* S. 373.

Julius Elsters und Hans Geitels Bedeutung für  
die atmosphärische Elektrizität. Von *a. o. Prof.*  
*Dr. Karl Bergwitz, Braunschweig.* S. 377.

Übersicht über die Elster- und Geitel-Festschrift.  
S. 383.

Verlag von Julius Springer in Berlin

## Die radioaktive Strahlung als Gegenstand wahrscheinlichkeitstheoretischer Untersuchungen

Von

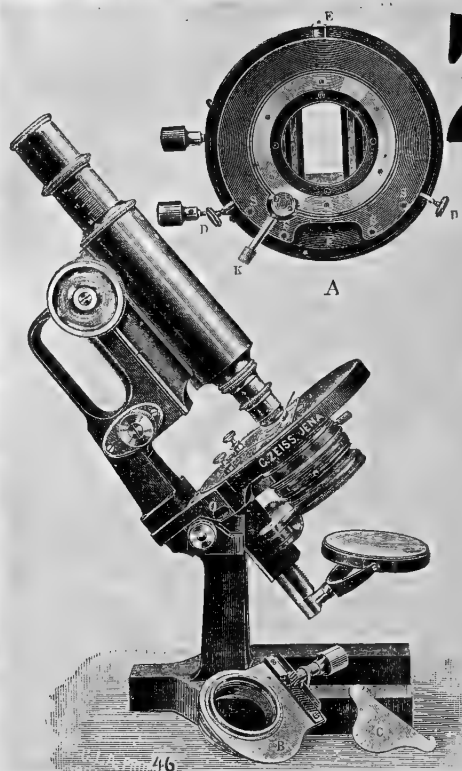
**L. v. Bortkiewicz**

a. o. Professor an der Universität Berlin

Mit 5 Textfiguren — Preis M. 4.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung





# ZEISS

## MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-  
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-  
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

*Prospekt M 130 kostenfrei.*

Berlin  
Wien  
Hamburg



Mailand  
Buenos  
Aires

Verlag von Julius Springer in Berlin

### Die Atomionen chemischer Elemente und ihre Kanalstrahlen-Spektren

Von  
Professor Dr. J. Stark

Mit 11 Figuren im Text und auf einer Tafel

Preis M. 1.60

### Zur Krise der Lichtäther-Hypothese

Rede gehalten beim Antritt des Lehramts  
an der Reichs-Universität zu Leiden

Von  
Professor Dr. P. Ehrenfest

Preis M. —.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

16. Juli 1915.

Heft 29.

## Julius Elster und Hans Geitel als Forscher.

Von Prof. Dr. E. v. Schweidler, Innsbruck.

Früher war es wohl üblich, zu warten, bis ein hervorragender Forscher die Altersgrenze des Psalmisten erreicht hatte, und dann erst ihn zu feiern und sein — meistens schon abgeschlossenes — Lebenswerk zu würdigen. Jetzt wird immer häufiger schon der 60. Geburtstag der Anlaß zu solchem Überblick; daß dabei in der Regel noch mitten im Schaffen stehende Männer der Gegenwart der Ehrung sind, ist eher als Vorteil, denn als Nachteil aufzufassen; wird doch die zusammenfassende Darstellung ihrer Leistungen dadurch weit weniger ein Rückgreifen in fern gelegene Phasen der wissenschaftlichen Entwicklung, sondern ein Einblick in die Arbeit der gerade führenden Geister. Freilich wird damit das Ereignis als solches häufiger und verliert dadurch ein wenig vom Reize des seltenen Festes.

Der Jubilar, den zu feiern heute meine ehrenvolle Aufgabe ist, hat aber selbst dafür gesorgt, daß das Fest nicht zu alltäglich würde; denn unser Jubilar, der — mathematisch exakt gesprochen — am 5. März 1915 seinen mittleren 60. Geburtstag feierte, ist ein Doppelwesen; zwei volle und ganze Menschen in jedem Sinne des Wortes für den, der sie persönlich zu kennen das Glück hat, sind sie doch wissenschaftlich eine Individualität, ein Zweibund so festen Gefüges, daß er nach außen als eine Einheit erscheint — ein Ding, das wir gerade jetzt zu unserer Freude im Walten der großen Weltgeschichte erblicken, aber kaum je in solchem Ausmaße in der Geschichte der Wissenschaft gefunden haben. Nicht der Umstand, daß von weit mehr als 120 Arbeiten fast alle die *beiden* Namen tragen, während nur von dem Einen oder dem Andern unterzeichnet dies wohl nur äußeren Umständen verdanken, da sie doch *gemeinsam* gewonnene Ergebnisse bringen, nicht dieser Umstand ist das wesentliche, sondern die Einheitlichkeit der Produkte, die alle sich wie *aus einem Gusse* darstellen. Nichts darin deutet darauf hin, in welcher Weise verschieden ausgebildete Begabungen auf zwei Gehirne verteilt sind, wer den kritisch-theoretischen Geist, wer das experimentelle Genie beigesteuert hat. Für den auf verwandten Gebieten arbeitenden Physiker gibt es nur *den Elster-Geitel*, der beide Gaben in schöner Harmonie in sich vereinigt.

Noch ein weiterer Umstand macht das so erfolgreiche Wirken der beiden Forscher bemerkenswert: nicht mit den Hilfsmitteln eines großen Hochschulinstitutes konnten sie ihre Ergebnisse

erzielen, sondern mit den weit beschränkteren eines Privatlaboratoriums; erhöht dies das Verdienst der beiden, so ist es zugleich ein Zeichen, daß der „Zunftgeist“ in der deutschen Wissenschaft doch nicht eine solche Rolle spielt, wie manche Unken — von nörgelnden Feinden gar nicht zu reden — wollen glauben machen.

Das wissenschaftliche Werk *Elsters* und *Geitels* ist nicht einseitiges Spezialistentum, aber auch keine Zersplitterung der Kräfte. Stets an der Front vor dem Unbekannten tätig, senden sie die Korps ihrer Gedanken nach verschiedenen Richtungen, doch stets so, daß diese in Fühlung bleiben und gelegentlich wieder konzentrisch vorgehen. Besonders hatte ich immer den — vielleicht ganz subjektiven — Eindruck, als ob Interesse an *geophysikalischen* Problemen eine Haupttriebfeder wäre; denn neben ihren *luftelektrischen* Forschungen, die ja unmittelbar einem Zweige der Geophysik dienen, haben *Elster* und *Geitel* auf ihren andern Arbeitsgebieten, der *Ionenlehre*, der *Lichtelektrizität* und der *Radioaktivität*, die hineinspielenden Beziehungen zu geophysikalischen Fragen stets mit besonderer Vorliebe — und mit besonderem Erfolge — gepflegt.

Im vorstehenden Satze ist die Gliederung von *Elsters* und *Geitels* Forschertätigkeit nach Stoffgebieten bereits angedeutet; in dieser Gliederung, nicht in chronologischer Ordnung, wenigstens die Hauptresultate vorzuführen, ist der Zweck der folgenden Zeilen. Freilich muß dabei so manche Einzelheit, an der ein unmittelbarer wissenschaftlicher Nachbar seine Freude hätte, sei es nun ein besonders glücklicher Griff in der theoretischen Problemstellung, sei es eine verblüffend einfache Improvisation einer Versuchsanordnung oder dergleichen mehr, unerwähnt bleiben. Auch habe ich speziell die Schilderung der so zahlreichen, großenteils geradezu bahnbrechenden Leistungen *Elsters* und *Geitels* auf dem Gebiete der Luftelektrizität einem unmittelbaren Schüler der beiden als dem Berufensten überlassen.

Das stolze Gebäude, das wir heute *Theorie der Ionenleitung in Gasen* nennen, ist in mühsamer, jahrzehntelanger Arbeit von einer ganzen Generation von Physikern errichtet worden. Schon in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts finden wir *Elster* und *Geitel* unter den Mitarbeitern mit Untersuchungen über die Elektrizität der Flamme (1884), über die unipolare Leitung erhitzter Gase (1885), über verschiedene glühelektrische Erscheinungen (1887—1890), über Leitung der durch Phosphor ozonisierten Luft (1890) und über Wasserfallelektrizität (1892). An der langsamen Klärung der Begriffe,

die in das chaotische Gewimmel unverständlicher und widerspruchsvoller Einzeltatsachen bei den elektrischen Vorgängen in Gasen Ordnung brachte, haben auch diese Arbeiten ihren wohl-gemessenen Anteil. Bald aber bricht die schon erwähnte Neigung zu geophysikalischen Fragen durch. Seit den Anfängen der Elektrizitätslehre war es ein Dogma — man findet es noch heute in elementaren Lehrbüchern und populären Darstellungen —, daß Gase, also auch die Luft, „fast vollkommene“ Isolatoren seien. Daß *Coulomb* schon am Ende des 18. Jahrhunderts die Leitung in Luft, die sogenannte „Zerstreuung“ elektrischer Ladungen in die Luft, experimentell erwiesen hatte, wurde kaum als Widerspruch empfunden. Der moderne Physiker, verwöhnt durch die vorzügliche Isolation der Meßapparate, die ihm zur Verfügung gestellt werden, müßte eigentlich natürliche Luft als einen ganz miserablen Isolator bezeichnen; verliert doch ein Körper in noch „Ohmisch leitender“, nicht bereits durch nahezu gesättigten Strom entionisierter Luft bis zu 10 % und mehr seiner Ladung binnen einer Minute. *F. Linss* hatte schon im Jahre 1887 auf die Bedeutung der Elektrizitätszerstreuung für luftelektrische Fragen aufmerksam gemacht und selbst wertvolle experimentelle Beiträge dazu geliefert, doch ohne zunächst die verdiente Beachtung zu finden. — *Elster* und *Geitel* waren es, die dann (1899) diese Anregung in ihrer Wichtigkeit erfaßten, mit der Meisterschaft wohlgeübter Spezialisten auf diesem Gebiete ein Instrumentarium schufen, das bisher höchst schwierig zu umgehende Fehlerquellen beseitigte, und schließlich die nunmehr schon herangereifte Ionentheorie auf die Vorgänge in der Erdatmosphäre anwandten; es wurde ein Wendepunkt der luftelektrischen Forschung. Welche experimentellen Ergebnisse sie erzielten und welche einschneidende Umgestaltungen luftelektrischer Theorien dadurch erfolgten, das findet man in der Besprechung der speziell luftelektrischen Arbeiten *Elsters* und *Geitels* durch Herrn *Bergwitz*; hier war die Erwähnung notwendig als Beispiel, wie *Elster* und *Geitel* ihre aufgesammelten Erfahrungen auf einem bestimmten Arbeitsgebiete plötzlich einem, scheinbar unabhängig, nebenher betriebenen zugute kommen lassen. Umgekehrt liefern manche dieser eigentlich luftelektrischen Fragen gewidmeten Untersuchungen wieder Beiträge zur Kenntnis der Ionenleitung im allgemeinen, z. B. zur Frage der Ionenleitung in Nebeln u. dergl.

Daß die in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts erfolgte Entdeckung der *Radioaktivität* mit ihren engen Beziehungen zur Ionenlehre das Interesse aller auf diesem Gebiete tätigen Physiker erregen mußte, war selbstverständlich. Aber nur wenige — selbst an großen Instituten — konnten sich das kostspielige und seltene Material verschaffen und dadurch in die Reihe der aktiven Mitarbeiter eintreten. Wie geeignete Problemstellung und geschickte Ausnutzung einfacher

Hilfsmittel schöne Ergebnisse erzielen läßt, zeigten hier wieder *Elster* und *Geitel*. Die wichtige Frage des Verhaltens von Becquerelstrahlen im Magnetfelde wurde von ihnen sofort in Angriff genommen (1899); das negative Resultat, das sie erhielten, bezog sich freilich, wie man später erkannte, nur auf einen Teil der Strahlung; aber bei der bald darauf erfolgten Entdeckung der magnetischen Ablenkung der  $\beta$ -Strahlen des Radiums durch *F. Giesel* (1899) waren *Elster* und *Geitel* als Helfer und Berater mitbeteiligt. Weiterhin beschränkten sie sich nicht auf aufmerksames Verfolgen der raschen Entwicklung dieses neuen Wissenszweiges, den sie wiederholt in referierenden Darstellungen behandelten, zuletzt (1914) in der groß angelegten „Kultur der Gegenwart“, sondern trugen durch ganz überraschende und weittragende eigene Ergebnisse zum Aufbau bei, und zwar wieder durch einen Vorstoß ins geophysikalische Gebiet. Analogien im Verhalten natürlicher Luft und durch Becquerelstrahlen künstlich ionisierter Luft, die sie erkannten (1901), bildeten den Ausgangspunkt. Daß die offensichtlich dauernd aufrecht erhaltene Ionisierung der Atmosphäre durch Becquerelstrahlen bewirkt werde, war eine daraus folgende, allerdings erst zu beweisende Hypothese. Die von *Elster* und *Geitel* gefundene (1901), für den ersten Blick recht unscheinbare Tatsache, daß in abgeschlossenen Räumen, wie natürlichen Höhlen, Kellern u. dergl., die Leitfähigkeit der Luft merklich erhöht war, ließ sie die aufgefundene Spur weiter verfolgen. Bald schloß sich die Entdeckung an (1902), daß radioaktive Stoffe — bisher als etwas so überaus Seltenes angesehen — sich fast überall *aus der Luft* gewinnen lassen, und zwar durch das einfache Mittel, einen ziemlich stark (auf etwa 2000 Volt) negativ geladenen Leiter, z. B. in Form eines langgestreckten Drahtes, einige Stunden in Freiluft zu „exponieren“. Diese Methode der „Drahtaktivierung“ wurde bald nicht nur von ihren Schöpfern, sondern auch von zahlreichen andern Forschern verwendet, um rings auf dem Erdball an den verschiedensten Stellen die radioaktiven Eigenschaften der Atmosphäre, wenigstens qualitativ, zu erfassen. Gleichzeitig hatten aber *Elster* und *Geitel* dem Ursprung der in der Luft verbreiteten radioaktiven Stoffe nachgeforscht, denn bei ihrem raschen, spontanen Zerfall war die Annahme einer stetigen Nachlieferung an die Atmosphäre erforderlich. Schon im Jahre 1902 hatten sie die beträchtlich erhöhte Aktivität aus dem *Boden* abgesaugter Luft erkannt, und daher in den festen Stoffen der Erdoberfläche den Sitz der radioaktiven Muttersubstanzen vermutet; an der Feststellung der eine Zeitlang zweifelhaften Tatsache, daß das *Radium* und daneben das *Thorium* diese Muttersubstanzen sind, waren sie in erster Linie beteiligt.

Nun folgte eine Reihe von Arbeiten (1904 bis 1905), die an zahlreichen Bodenarten, Gesteinen sowie Quellsedimenten unmittelbar den Gehalt an

Radioelementen nachwiesen; die relativ bedeutende Aktivität des Fangoschlammes von Battaglia war dabei ein interessantes Nebenergebnis, das auf die medizinisch-biologische Bedeutung der Radioaktivität hinwies. Die bequeme und rasch arbeitende Methode *Elsters* und *Geitels* mußte später durch langwierige und komplizierte Methoden ersetzt werden, wollte man exakt quantitative Angaben über Radium- und Thorgehalt der untersuchten Proben erhalten. Aber die grundlegende Feststellung, daß Radium und Thor in zwar sehr geringer Konzentration fast überall vorhanden sind, war schon durch *Elster* und *Geitel* erfolgt; damit war zugleich einerseits eine Wurzel aller elektrischen Vorgänge in der Atmosphäre bloßgelegt, andererseits die Grundlage für die geologisch so bedeutsame Frage nach der Beeinflussung des Wärmehaushaltes der Erde durch die Wärmeproduktion der radioaktiven Stoffe geschaffen.

Aber auch innerhalb des engeren Gebietes, das den genetischen Zusammenhang der verschiedenen Radioelemente umfaßt, wußten *Elster* und *Geitel* mehrere wichtige Resultate zu gewinnen. So konnten sie zeigen (1906 und 1907), daß die zwar absolut genommen sehr schwache, aber gegenüber andern Metallen immerhin auffallend erhöhte Aktivität des gewöhnlichen Bleies nicht eine spezifische Eigenschaft dieses Elementes ist, sondern durch eine Beimengung von Polonium entsteht und daß sie bei sehr alten Bleiprobeen nicht zu finden ist, weil dann das Radium D, die das Blei bei seinen Reaktionen begleitende („isotope“, wie wir heute sagen) Muttersubstanz des Poloniums bereits zerfallen ist. Im Gegensatz zu diesen Befunden am Blei zeigten spätere Arbeiten (1909 und 1910), in Übereinstimmung mit ähnlichen Untersuchungen anderer Autoren, daß die schwache, zuerst von *N. Campbell* konstatierte  $\beta$ -Strahlung des *Kaliums* und des *Rubidiums* an diesen Elementen selbst haftet, nicht an zufälligen Beimengungen noch unbekannter radioaktiver Stoffe; damit war die sehr auffallende Erscheinung wahrer Radioaktivität bei Elementen nicht großen Atomgewichtes wahrscheinlich gemacht.

Ferner sei noch hervorgehoben, daß *Elster* und *Geitel* im Jahre 1903 gleichzeitig mit *W. Crookes* und unabhängig von ihm den *szintillierenden* Charakter der von  $\alpha$ -Strahlen in Sidotblende hervorgerufenen Fluoreszenz festgestellt hatten, eine Erscheinung, die bekanntlich für viele Probleme der Radioaktivität, z. B. die Zählung der  $\alpha$ -Teilchen, grundlegend ist.

Ein weiteres Hauptarbeitsgebiet *Elsters* und *Geitels* war die *Lichtelektrizität*. Der Entdeckung von *Heinrich Hertz* (1887), daß ultraviolette Belichtung einer Funkenstrecke den Übergang der Funkenentladung begünstige, d. h. die Schlagweite vergrößere, beziehungsweise das Entladungspotential herabsetze, war bald (1888) eine Entdeckung von *Wilhelm Hallwachs* gefolgt, die einen viel weniger komplizierten, dem Grund-

phänomen der Lichtelektrizität viel näher stehenden Vorgang betraf, nämlich die lichtelektrische Zerstreuung negativer Ladungen, gewöhnlich kurz „Hallwachseffekt“ genannt: *negativ*, nicht aber positiv geladene Leiter verlieren ihre Ladung bei ultravioletter Bestrahlung, wobei die chemische Natur- und Oberflächenbeschaffenheit des Leiters von Einfluß auf die Größe des Effektes ist.

*Elster* und *Geitel* begannen mit ihren lichtelektrischen Untersuchungen im Jahre 1889 und zeigten zunächst, daß gewisse Metalle, wie z. B. Zink, Aluminium und Magnesium, sowie deren Amalgame den Hallwachseffekt in merklichem Grade auch unter dem Einflusse *sichtbarer* Strahlen, speziell des Sonnen- und Tageslichtes, aufwiesen. Der Umstand, daß die genannten Metalle einen ausgesprochen *elektropositiven* Charakter haben, ließ sie vermuten, daß die elektrochemisch noch extremer stehenden Alkalimetalle den Hallwachseffekt in langwelligem Lichte noch stärker zeigen würden. In der Tat gelang es ihnen (1890), zunächst an Natriumamalgam, dann auch an metallischem Natrium, Kalium und Rubidium sowie an Amalgamen und Legierungen dieser Stoffe ihre Voraussetzung experimentell zu bestätigen, wobei recht beträchtliche technische Schwierigkeiten bei der Herstellung geeigneter „lichtelektrischer Zellen“ zu überwinden waren. Auch unter den zahlreichen späteren lichtelektrischen Arbeiten *Elsters* und *Geitels* bis in die neueste Zeit hinein sind die meisten dem Zwecke gewidmet, die damals aufgetauchten Probleme bis in ihre letzten Konsequenzen zu verfolgen, nämlich erstens den Hallwachseffekt als Reagens auf Belichtung auszunutzen bis zur *äußersten Grenze der Empfindlichkeit* und bis zu *möglichst langwelligem* Strahlen, zweitens auf diesen Effekt eine möglichst exakte *Photometrie* zu gründen. Nach beiden Richtungen hin hatten sie vollen Erfolg.

Insbesondere gefärbte Oberflächenschichten, die bei geeignetem Verfahren sich an Kalium, auch an Natrium, Rubidium und Caesium bilden und die als feste Lösung kolloidalen Metalles in Metallhydrid zu deuten sind, erwiesen sich als ganz enorm empfindlich; eine Strahlung mit der Energiestromdichte von rund  $10^{-7} \frac{\text{Erg}}{\text{cm}^2 \cdot \text{sec}}$  konnte so durch ihre lichtelektrische Wirkung noch nachgewiesen werden; die darauf bezüglichen Arbeiten *Elsters* und *Geitels* reichen von 1910 bis 1914. Auch den Wellenlängenbereich, in dem die Alkalizellen empfindlich sind, konnten *Elster* und *Geitel* durch planmäßiges Vorgehen erweitern, bis schließlich (1911) der lichtelektrische Effekt, den man ursprünglich als eine Wirkung speziell des ultravioletten Lichtes angesehen hatte, nicht nur im ganzen sichtbaren, sondern — mittels einer Rubidiumzelle — selbst im *ultraroten* Teile des Spektrums konstatierbar war. Daneben liefen seit 1893 die Bemühungen *Elsters* und *Geitels*, die lichtelektrische Photometrie auszubauen. Die

Brauchbarkeit der Methode auch für Präzisionsmessungen wurde nachgewiesen, freilich gehörte eine Arbeitsweise, wie sie von *Elster* und *Geitel* gepflegt wird, dazu, die zahlreichen Fehlerquellen bloßzulegen und zu beseitigen. Für Sonnen- und Himmelslicht konstruierten sie das „Zinkkugelphotometer“, dem später (1914) noch eine Kadmiumzelle an die Seite gestellt wurde; für schwächere Lichtquellen waren die so empfindlichen Alkalizellen das geeignete Instrument. Natürlich verfehlten *Elster* und *Geitel* nicht, auch hier wieder geophysikalische Anwendungen ihrer lichtelektrischen Ergebnisse vorzunehmen; sie untersuchten die Schwankungen in der Intensität des ultravioletten Teiles des Sonnen- und Tageslichtes und brachten sie in Beziehungen zu luftelektrischen Erscheinungen; mehrfach verfolgten sie messend die Lichtverhältnisse bei Sonnen- und Mondesfinsternissen. In neuester Zeit fanden die lichtelektrischen Photometer auch Eingang in die Astronomie, wo z. B. *P. Guthnick* (1914) interessante Resultate an veränderlichen Sternen mit ihnen erhalten konnte.

Aber auch nach einer mehr theoretisch wichtigen Richtung hin wurde die Lehre von der Lichtelektrizität durch *Elster* und *Geitel* mächtig gefördert; es sind das ihre Untersuchungen über den Einfluß des *Einfallswinkels* und der *Lage der Polarisationssebene* des Lichtes auf die Größe des lichtelektrischen Effektes. Bereits im Jahre 1894 begannen ihre Versuche an flüssiger Natrium-Kalium-Legierung, die mit linear polarisiertem Lichte bestrahlt wurde. Je nachdem die Schwingungen in der Einfallsebene oder senkrecht zu ihr lagen, war die Abhängigkeit des erzeugten lichtelektrischen Effektes vom Einfallswinkel eine verschiedene. Zusammenfassend kann man daraus den Schluß ziehen: erstens, daß der Betrag des *absorbierten* Lichtes maßgebend für den Effekt ist, zweitens, daß jene Komponenten der Lichtschwingungen, die senkrecht zur Oberfläche des bestrahlten Metalles stehen, eine weit größere Wirkung haben, als die zur Oberfläche parallelen Komponenten. Diese Feststellung ist an sich von Bedeutung für jeden Versuch, den Mechanismus der lichtelektrischen Vorgänge zu erklären; außerdem bildete sie das Fundament, von dem aus weiterbauend *R. Pohl* und *P. Pringsheim* zu der so wichtigen Unterscheidung zweier scharf zu trennender Arten des lichtelektrischen Effektes, des „normalen“ und des „selektiven“, gelangten.

In der Grundfrage nach der Natur des primären Vorganges bei der lichtelektrischen Elektronenemission vertraten *Elster* und *Geitel* (1910) die Auffassung, daß es sich hier um eine *Auslösung* einer im Atom des lichtelektrisch empfindlichen Körpers aufgespeicherten inneren Energie handle; ob diese Auffassung oder die von der Mehrheit vertretene Annahme einer unmittelbaren Umwandlung der absorbierten Lichtenergie in kinetische Energie der Elektronen die richtige ist, läßt sich bis heute nicht entscheiden und wird

wahrscheinlich noch geraume Zeit ein Gegenstand der Hypothesenbildung bleiben; in jedem Falle aber werden die Ergebnisse *Elsters* und *Geitels* stets mit zu den grundlegenden für jede Theorie der Lichtelektrizität zu zählen sein.

Von lichtelektrischen Arbeiten, die mehr Einzelheiten betreffen, seien nachträglich noch erwähnt: Untersuchungen über die lichtelektrische Empfindlichkeit von Mineralien (1891), von Salzen, die entweder durch Kathodenstrahlen (1896) oder durch Becquerelstrahlen (1902) eine Verfärbung erlitten haben; ferner solche, die den hemmenden Einfluß eines Magnetfeldes auf den lichtelektrischen Entladungsvorgang feststellten (1890), endlich der Nachweis (1890 und erweitert 1896), daß im Gegensatz zu der von *Hertz* entdeckten Form der lichtelektrischen Beeinflussung einer Funkenentladung auch unter bestimmten Bedingungen eine Unterdrückung der Funkenentladung zugunsten einer Glimmentladung eintritt, und daß auch die Entladungsform in Geißler-Röhren durch Belichtung verändert werde (1892).

Es ist eine charakteristische Eigentümlichkeit der Arbeitsweise *Elsters* und *Geitels* in allen ihren Forschungsgebieten, auf Probleme, die sie als theoretisch wichtig erkannten, geraden Weges loszugehen und dabei auftretende Schwierigkeiten experimenteller Natur nicht zu umgehen, sondern zu überwinden. Die Folge ist dann natürlich, daß eine Reihe von *Apparatkonstruktionen* sozusagen als Nebenprodukt abfällt. Die schrittweise vervollkommenen Formen der lichtelektrischen Photometer wurden bereits erwähnt. Die Untersuchungen über Elektrizitätszerstreuung in der Luft führten zu einer Vervollkommnung des *Exnerschen* Blättchenelektrometers, teils durch Verbesserung der Isolation, teils durch Erhöhung der Ablesegenauigkeit, und damit zu einem relativ billigen Instrumente, das sehr ausgedehnte Verwendung zuläßt und auch tatsächlich findet. Speziell luftelektrischen Messungen dient ein transportables Quadrantelektrometer mit photographischer Registrierung, im Jahre 1906 angegeben. Außerordentlich vielseitig ist wieder die Verwendbarkeit eines *Einfadenelektrometers*, das *Elster* und *Geitel* im Jahre 1909 konstruierten — im Prinzip ein *Hankelsches*, dessen Blättchen durch einen leitend gemachten Quarz- (eventuell Spinnweb-) faden ersetzt ist, und das relativ große Spannungsempfindlichkeit mit sehr geringer Kapazität verbindet, also eine sehr bedeutende Ladungsempfindlichkeit besitzt. Schließlich ist noch eine vereinfachte Konstruktion eines *Tesla-*transformators (mit Luft- statt Öl-isolation) zu nennen, die in zwar kleinerem aber für Unterrichtszwecke hinreichendem Maßstabe die Demonstration der bekannten *Teslaers*cheinungen gestattet.

Nur einen dürftigen Auszug aus einer alle Verdienste voll würdigenden Zusammenstellung der Leistungen konnten die vorstehenden Ausführungen geben; vielleicht genügen sie aber, auch dem



unserm Fache Fernerstehenden begreiflich zu machen, mit welchem Stolz die deutschen Physiker *Julius Elster* und *Hans Geitel* die ihrigen nennen und mit welcher Herzlichkeit sie ihren Glückwünschen zum 60. Geburtstage ein „Glück-auf!“ für die Zukunft anschließen.

## Julius Elsters und Hans Geitels Bedeutung für die atmosphärische Elektrizität.

Von a. o. Prof. Dr. Karl Bergwitz, Braunschweig.

Die Entwicklung der neueren Anschauungen der atmosphärischen Elektrizität ist eng mit zwei Namen verbunden, die in Physikerkreisen wohl-bekannt und oft genannt sind und werden: *Julius Elster* und *Hans Geitel*. Es gibt nicht ein Gebiet der atmosphärischen Elektrizität, auf dem das Wolfenbüttler Forscherpaar nicht fruchtbringend und fördernd gewirkt hat. Mit einem Scharfsinn, den jeder bewundert, der in ihren zahlreichen Ab-handlungen liest, haben *Elster* und *Geitel* es verstanden, immer die neuesten Anschauungen der Physik den Problemen der atmosphärischen Elektrizität anzupassen und sie für diese bahnbrechend zu verwenden.

Zunächst ist es die Entstehung der Nieder-schlagslektrizität, die sie fesselt, und für die sie eine Begründung geben. Dann beschäftigt sie das Problem des Erdfeldes. Fußend auf den Arbeiten *Exners*, erforschten sie dasselbe experimentell und theoretisch. *Börnsteins* Potentialmessungen im Ballon ließen sie erkennen, daß *Exners* und ihre photoelektrische Theorie des Feldes nicht haltbar sind. Sie wenden sich daher der *Linßschen* Frage-stellung zu, wie es möglich ist, daß trotz andauern-der Elektrizitätszerstreuung die negative Eigen-ladung des Erdkörpers erhalten bleibt. Sie prüfen zur Beantwortung dieser Frage die fast vergessenen Zerstreumessungen von *Linß* mit verbesserten Methoden und Apparaten nach. Das gewissenhafte Verfolgen der gewonnenen Resultate gibt ihnen die klare Erkenntnis, daß die Elektrizitätsleitung der Luft nicht durch Staub oder Rauch bedingt ist, sondern lediglich auf einer Ionenführung beruht. Auf der Suche nach dem Ionisator, der allüberall genügend stark Ionen in der Atmosphäre erzeugt, finden sie als solche die radioaktiven Substanzen, deren Existenz sie in der Erde und in der Atmosphäre nachweisen. Durch Kombination der Tatsachen des Erdfeldes und der Ionisation der Atmosphäre gelangen sie zu der sogenannten Ionenadsorptions-theorie, die ihnen die Möglichkeit der Aufstellung eines rationalen Elektrizitätshaushaltes der Atmosphäre ermöglicht.

Weit würde ich den Rahmen des mir gesetzten Raumes überschreiten müssen, sollten alle Arbeiten *Julius Elsters* und *Hans Geitels* auf dem Gebiete der atmosphärischen Elektrizität genügend gewürdigt werden. Es muß deshalb genügen, nur einen

kurzen Überblick über die Hauptarbeiten unserer beiden Jubilare zu werfen.

Das erste Arbeitsfeld *Elsters* und *Geitels* im Gebiete der atmosphärischen Elektrizität ist die Niederschlagslektrizität. Es ist ja auch ganz natürlich, daß Naturforscher wie unsere beiden Jubilare, die mit seltener Liebe und Begabung alle Vorgänge in der Natur beobachten und zu erfor-schen suchen, sich zu dem sehr schwierigen Problem der seit *Benjamin Franklins* Zeiten bekannten Gewitterelektrizität, die das interessanteste und glänzendste Schauspiel in der Natur bietet, hinge-zogen fühlten. In ihren ersten beiden Abhandlun-gen aus dem Jahre 1885 „Bemerkungen über den elektrischen Vorgang in den Gewitterwolken“ und „über die Elektrizitätsentwicklung bei der Regen-bildung“ beschäftigen sie sich zunächst nur theore-tisch mit der Frage nach der Wolkenelektrizität. Den Grund der Annahme einer kräftigen elektri-schen Erregung durch eine regnende Wolke fin-den sie darin, daß eine jede Wolke, die sich zu Regentropfen verdichtete, ein selbsttätiger elek-trischer Multiplikator wird, sobald nur der unteren Schicht derselben eine beliebige Ladung mitgeteilt wird. Die Ursache dieser Ladung ist die gewöhn-liche elektrische Spannung der Atmosphäre, deren Existenz ja bereits außer Frage stand. Die Influenzwirkung eines Körpers in der Nachbar-schaft der Wolke, die aus einzelnen voneinan-der isolierten Teilchen besteht, die also als solche kein „Leiter“ ist, wie man vorher immer annahm, scheidet zunächst nur die neutrale Elektrizität jedes einzelnen dieser Dunsteilchen. Beginnt nun der Regen, so tritt eine wesentliche Ände-rung des elektrischen Zustandes der Wolke da-durch ein, daß die größeren Tropfen, die eigent-lichen Regentropfen, die durch das Zu-sammenfließen der Dunsteilchen entstehen, der Schwere gehorchend herabsinken, mit den kleinsten Teilchen in der Regel zu-sammenstoßen, aber nicht immer ineinander fließen. Die letzteren gleiten vielmehr nach leitender Berührung mit dem kugelförmigen Tropfen um ihn nach oben herum und verlassen ihn hier mit gleichnamiger Ladung der oberen Halbkugel. Jede regnende Wolke nimmt deshalb, wenn ihre untere Schicht positiv geladen ist, im ganzen eine positive Ladung an, indem die Regentropfen die negative Elektrizität zur Erde führen, zum Teil wohl auch die ursprünglich er-regte Schicht neutralisieren. Dort, wo der Regen-fall am stärksten ist, tritt ein Ansaugen der un-geladenen Luft ein, mit der die feinen positiv ge-ladenen Wolkenelemente zusammenströmen. Hierdurch tritt zuerst eine Vermehrung der Raumdichte und infolgedessen eine Erhöhung der elektrischen Spannung ein, die nun ihrerseits wie-der kräftig influenzierend auf die indessen neuge-bildeten, regnenden Wolkenmassen wirkt. So ginge das weiter bis zu den höchsten Spannungen fort, wenn nicht auch die positiven Teilchen zu-sammenfließen und als Regen herabfielen.

Im sogenannten „Zentrum der Wolke“ geht somit ein positiver Regen nieder, während der weiteren Umgebung der Wolke negativer Regen entfällt. Die Quelle der Spannungserhöhung der Elektrizität in der Wolke ist lediglich die lebendige Kraft der fallenden Niederschläge. Es ist klar, daß es so zu weit verästelten Blitzschlägen zwischen positivem Zentrum und negativ weit ausgedehntem Wolkenrand kommen kann, oder noch zu komplizierteren Blitzbahnen, wenn mehrere Wolkenzentren vorhanden sind. In jüngster Zeit (1912 u. 1913) haben *Elster* und *Geitel* die vorstehende Auffassung der Entstehung der Wolkenelektrizität insofern modifiziert, als sie berücksichtigten, daß die Regentropfen in Wirklichkeit keine Kugeln, sondern parallel der Horizontalen abgeflacht sind. Die Folge hiervon ist, daß nun kein Herumgleiten der feinsten Wolken-elemente um den kugelförmigen Regentropfen eintreten kann, sondern das Stäubchen wird — falls keine Verschmelzung eintritt — an der untern abgeplatteten Seite abprallen und sich so im normalen Felde der Erde positiv — nach *Elsters* und *Geitels* früherer Ansicht negativ — aufladen. Durch die so bewirkte Vermehrung der positiven Elektrizität in der Atmosphäre tritt eine Feldverstärkung ein, indem bei jeder wirksamen Begegnung eines Regentropfens und eines Wolken-elementes im Felde immer mehr positive Teilchen entstehen. Solange also die Wolke regnet, lädt sie sich unter den angenommenen Bedingungen selbsttätig positiv auf. Es kommt nun noch hinzu, daß die frei werdenden Influenzladungen allemal der jeweiligen Feldstärke proportional sind. Was von der elektrisch wirksamen Begegnung der Regentropfen gesagt wurde, gilt natürlich auch von der zwischen Graupeln oder Schneeflocken. Da diese im allgemeinen in der höchsten Atmosphäre vorkommen, so fragt es sich, ob man nicht den eigentlichen Sitz der Gewitterelektrizität in denjenigen Wolkenschichten suchen muß, in denen feste Niederschläge vorhanden sind, eine Ansicht, die von vielen Meteorologen gebilligt wird. Im vierten Bericht des Vereins für Naturwissenschaften zu Braunschweig (1886) findet „die Frage nach dem Ursprunge der Wolkenelektrizität“ eine der damaligen Zeit entsprechende, überaus übersichtliche Darstellung: Die elektrische Leitung, Anziehung und Abstoßung sowie die Influenz innerhalb einer Wolke unter der Voraussetzung, daß sie als Ansammlung getrennter, sehr feiner Wassertröpfchen, die in dem isolierenden Mittel, der Luft, schweben, aufzufassen ist, wird an dieser Stelle besprochen. *Elster* und *Geitel* kritisieren dann noch die bekanntesten Theorien der Wolkenelektrizität der damaligen Zeit und legen dann ihre eigene Theorie dar, in der sie die Quelle der Gewitterelektrizität in einer durch Regenbildung unterhaltenen, mit der einer Influenzmaschine vergleichbaren Tätigkeit der Wolken finden.

Mit ihrer Theorie begnügen sich *Elster* und *Geitel* nicht; sie suchen nach einer Prüfung, die sich natürlich nur aus Beobachtungen der Elektrizität der Niederschläge gewinnen läßt. „Es würde“, so schreiben sie, „ganz im allgemeinen von großer Wichtigkeit sein, elektroskopische Beobachtungen über die elektrische Natur der Niederschläge zu erhalten, und zwar unter Ausschluß aller Influenzwirkungen. Allerdings müßten erst Methoden aufgefunden werden, die dieser letzten Bedingung genügen.“ Nun, *Elsters* und *Geitels* Verdienst ist es, als erste eine einwandfreie Methode zur Messung der Elektrizität der Niederschläge ausgearbeitet und in der Praxis ausprobiert zu haben. Die Meßanordnung, die sich in der Abhandlung „Über eine Methode, die elektrische Natur der atmosphärischen Niederschläge zu bestimmen“ (Meter. ZS. 5. Bd., 1888) findet, ist aus der beigefügten Fig. 1 zu erkennen: Eine kreisrunde, mit dem

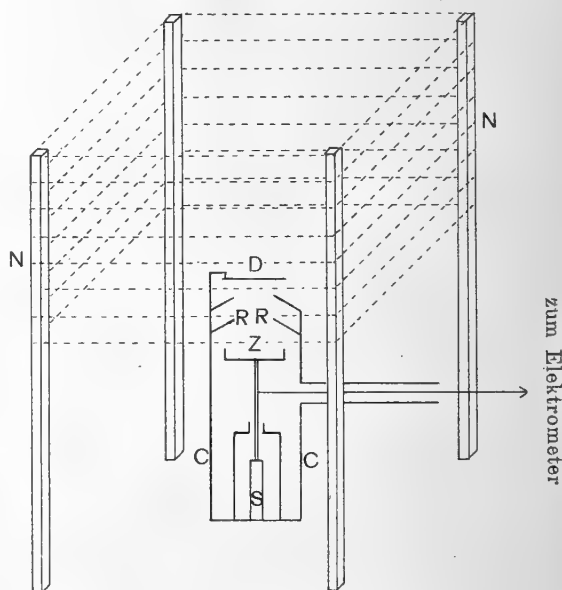


Fig. 1.

Elektrometer *E* verbundene Zinkscheibe *Z* ( $d = 23$  cm) zum Auffangen des Niederschlages ist auf einem gut isolierten Mascartschen Stativ *S* befestigt, das gegen Wechsel des Erdfeldes durch einen Eisenblechzylinder *C* geschützt ist, der oben einen Kegelmantel trägt. *D* ist die Verschlussplatte, die beim Beginn der Messung vom Beobachtungsraume aus entfernt werden kann. Der konische Ring *R* im Innern des Eisenzylinders und das den ganzen oberen Teil des Apparates umgebende geerdete Drahtnetz *N* sind lediglich Schutzvorrichtungen gegen Erdfeld und *Lenard*-effekt. *N* soll bei genügender Entfernung vom Zylinder, so daß von ihm aus keine Störung durch *Lenard*-effekt zu fürchten ist, lediglich die elektrische Dichtigkeit auf dem Rande des Zylinders auf ein Minimum herabdrücken. Da die Kapazität des ganzen Systems sich bestimmen läßt, kann durch Beobachtung des Elektrometersausschlages die

Ladung der die Zinkscheibe füllenden Niederschläge für eine gewisse Zeit bestimmt werden.

Während *Elster* und *Geitel* in der genannten Abhandlung einige mit Hilfe dieser Methode gewonnene Resultate zum Schluß nur kurz angeben, berichten sie in einer späteren Arbeit „Beobachtungen über die Eigenelektrizität der atmosphärischen Niederschläge“ weitläufiger über die Ergebnisse ihrer Messungen, die sie zugleich mit solchen des elektrischen Feldes der Erde verbinden.

Als erstes Resultat finden sie: die Niederschläge, besonders bei Böen und Gewittern, führen ganz erhebliche Elektrizitätsmengen positiver und negativer Art mit sich. Sie laden das ganze Meßsystem in 5' bisweilen auf ein Potential von mehreren hundert Volt, so daß im Maximum  $76 \times 10^{-14}$  Coulomb pro Sekunde dem qcm der Erdoberfläche zugeführt werden können. Hierbei stimmt das Vorzeichen der Niederschlagslektrizität mit dem der in unmittelbarer Nähe gemessenen Potentialgefälle in den meisten Fällen nicht überein; im Gegenteil, beide sind meistens entgegengesetzt. Als Grund dieses Zeichengegensatzes geben *Elster* und *Geitel* gemäß der genannten Theorie an, daß mit dem Niederschlagsfalle ein elektromotorischer Vorgang verbunden ist. Indem die eine Elektrizität durch Niederschläge zur Erde geführt wird, entsteht in der Atmosphäre ein stets wachsender Überschuß der entgegengesetzten. Ist also das erregende Feld das normale der Erde, d. h. positiv in der Richtung der Vertikalen, dann fallen große negativ geladene Tropfen, die Luft bleibt positiv zurück: das Feld wird verstärkt. Ist das erregende Feld negativ, so sinkt positiv geladener Regen herab, die Luft wird negativ, und es tritt eine Schwächung des Feldes ein. Das am Erdboden vorherrschende Potentialgefälle hat demnach nach Größe und Vorzeichen den entgegengesetzten Gang wie die von der Volumeneinheit des Niederschlages herabgeführten Elektrizitätsmengen. Gibt man den Verlauf der Niederschlagslektrizität und den des dazu gehörigen Potentialgefälles graphisch wieder, so ist die Kurve der ersteren im großen und ganzen das Spiegelbild von der des gleichzeitigen letzteren.

Bei den Messungen der Niederschlagslektrizität hatten *Elster* und *Geitel* so die Notwendigkeit erkannt, diese mit solchen des Erdfeldes zu verbinden. Es ist deshalb zu verstehen, daß dem Problem des Erdfeldes ihr nächstes Interesse galt. Sie sammelten zunächst rein beobachtungsmäßig nach der bekannten Exnerschen Methode ein reiches Material von Messungsergebnissen des Potentialgefälles der Erde in Wolfenbüttel und auf dem hohen Sonnblick, um zahlenmäßig den Verlauf des Erdpotentials und seiner Veränderungen durch die meteorologischen Faktoren verfolgen zu können. Zugleich beabsichtigten sie, der Theorie *Exners*, der annahm, daß der aufsteigende Wasserdampf die negative Ladung von der Erde fortschaffe, während die Niederschläge sie wieder ihr zuführten, also daß die Schwankungen des

Erdfeldes lediglich Funktionen des Wasserdampfgehaltes der Luft sind, auf den Grund zu gehen. Obwohl *Elster* und *Geitel* glaubten, für viele ihrer Beobachtungen eine leidliche Bestätigung der Exnerschen Formel gefunden zu haben, zumal die Zunahme des Potentials mit zunehmendem Wasserdampfgehalt, so blieb ihnen doch nicht verborgen, daß namentlich für geringe Werte des Dampfgehaltes der atmosphärischen Luft dieselbe unmöglich richtig sein konnte. Vor allem gab ihnen die Exnersche Theorie nicht genügend Aufklärung über die täglichen Variationen des Potentialgefälles, des fernerer erklärte sie die verschiedenen Werte des Potentialgefälles für trockene Luft im Sommer und im Winter nicht.

Die wichtigsten Resultate *Elsters* und *Geitels* aus den genannten Messungsreihen sind zunächst neben den zahlreichen Absolutwerten des Potentialgefälles des Erdfeldes kurz diese: Die Abhängigkeit des Potentialgefälles von der Luftreinheit (Einteilung in Dunstgruppen), ferner in Übereinstimmung mit anderen Luftelektrikern die jährliche Periode desselben (Maximum im Winter, Minimum im Sommer), die tägliche Doppelperiode (gegen Morgen und Abend ein Maximum, mittags ein Minimum, Verschiebung des Morgenmaximums mit zunehmender Jahreszeit), sodann geringere Schwankungen des Potentialgefälles auf dem Sonnblick.

Die Unstimmigkeiten ihrer Messungen mit der Exnerschen Formel, zugleich auch die Beobachtung gelegentlich der Niederschlagsmessungen, daß die benutzte Auffangschale aus Zink den Photoeffekt im Tageslicht zeigte, veranlaßten *Elster* und *Geitel* für das Potentialgefälle eine photoelektrische Formel aufzustellen. *Elster* und *Geitel* vermuteten — und Versuche an frischen Bruchstellen vieler Gesteine bestärkten sie in ihrem Glauben —, daß die photoelektrisch wirksamen Strahlen der Sonne beträchtliche Mengen negativer Elektrizität in die Luft überführen.

Um Potentialgefälle und wirksame Sonnenstrahlung miteinander vergleichen zu können, stellten sie zunächst das Zinkkugelphotometer her, mit dessen Hilfe der auf 1 qcm der Erdoberfläche fallende Teil der durch den photoelektrischen Effekt am Zink definierten Gesamtstrahlung  $J$  festgestellt werden kann. Die Fig. 2 zeigt ein solches Zinkkugelphotometer nach *Elster* und *Geitel*. Es möge genügen, die Bedeutung der wichtigsten Teile aus den beigeschriebenen Worten zu erkennen.

Das Potentialgefälle in der Richtung der Normalen wird von *Elster* und *Geitel* durch eine rein empirische, der Exnerschen nachgebildete Formel von der Art

$$\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{a}{1 + b \cdot J}$$

dargestellt, in der  $a$  und  $b$  empirisch bestimmte Größen sind. Die Übereinstimmung der Formel mit ihren Messungen, die *Elster* und *Geitel* in den

Sitzungsberichten der K. Akademie der Wissenschaften in Wien: „Beobachtungen des atmosphärischen Potentialgefälles und der ultravioletten Sonnenstrahlung“ veröffentlichten, war eine leidliche und doch gaben sie dieselbe bald auf. Der Grund war der: *Exners* Theorie des Erdfeldes wie die photoelektrische *Elsters* und *Geitels* bedingen einen Gehalt der Luft an freier negativer Elektrizität, infolgedessen eine Zunahme des Potentialgefälles mit der Höhe zu erwarten ist. Beobachtungen im Ballon, zumal die von *Börnstein* ausgeführten, bewiesen nun aber das Gegenteil, nämlich eine *Abnahme* des Potentialgefälles mit der

Wetter herbeiführte. Die große Wichtigkeit, die diese Zerstreuungsmessungen in Hinblick auf die Lösung der Frage nach der atmosphärischen Elektrizität und ihrer Abhängigkeit von andern meteorologischen Faktoren hatten, bestimmte *Elster* und *Geitel*, diese Versuche von *Linß* nachzuprüfen. Zu diesem Zwecke verbesserten sie zunächst die Methode der Beobachtungen und konstruierten dann leicht zu handhabende Apparate, deren Zusammensetzung unter dem Namen „Zerstreuungsapparat nach *Elster* und *Geitel*“ in den Kreisen der atmosphärischen Elektriker weitgehende Verbreitung gefunden hat.

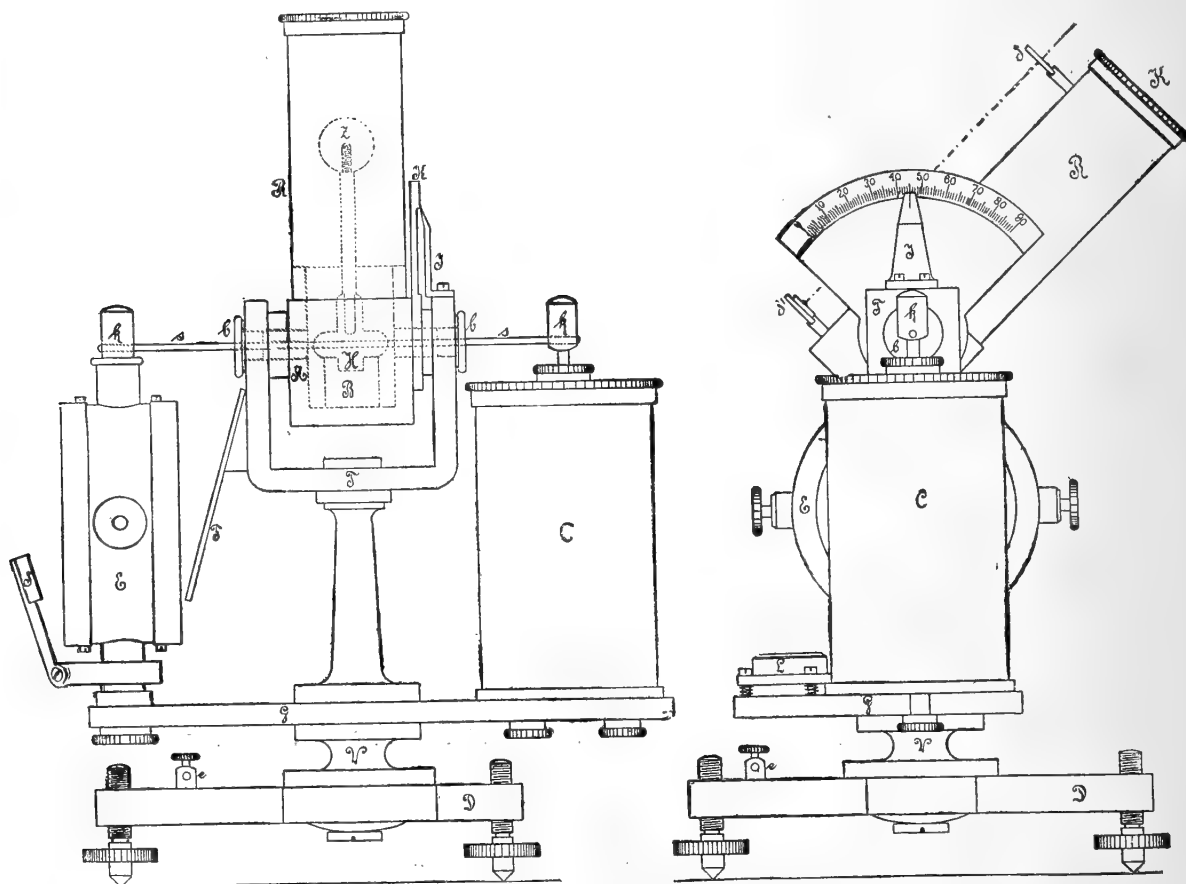


Fig. 2.

Höhe, was auf eine *positive* Raumladung der Luft schließen läßt. Daher waren beide Theorien nicht haltbar.

Es ist das große Verdienst *Elsters* und *Geitels*, in diesem Dilemma auf die damals bereits über 10 Jahre zurückliegenden und wenig beachteten Versuche von *Linß* in Darmstadt hingewiesen zu haben, der dort längere Zeit hindurch Zerstreuungsmessungen in der freien Atmosphäre ausgeführt hatte, um so über ihre elektrische Leitfähigkeit Aufklärung zu erhalten. Im Gegensatz zu *Coulomb* hatte *Linß* gezeigt, daß die atmosphärische Luft bei heiterem Wetter eine größere Zerstreuung als bei regnerischem

Der Zerstreuungsapparat, dessen Abbildung wir in Fig. 3 a u. b sehen, besteht aus einem *Exnerschen* Elektroskop (*E*), das durch *Elster* und *Geitel* durch den geschickten Gedanken des Hineinlegens der Isolation in das Innere, durch Spiegelablesung, bequeme Trocknung ganz wesentlich verbessert ist. Der Blättenträger (*b*) trägt zugleich auf einem kurzen Stücke den Zerstreuungskörper (*Z*), einen geschwärzten Messingzylinder von 10 cm Länge und 6 cm Durchmesser. Ein geerdeter Schutzzylinder (*S*) von 14 cm Länge und 15 cm Durchmesser schützt den Zerstreuungskörper gegen Erdfeld, Sonnenlicht und Niederschläge. Die Handhabung des Apparates,

der auf seinem Transportkasten montiert wird, ist überaus einfach: Man ladet den auf dem Elektrometer aufsitzen den Zerstreuungskörper mit Hilfe der Zambonisäule auf ein bestimmtes Potential ( $V_0$ ) und liest nach  $t$  Minuten die tiefere Spannung ( $V_t$ ) ab. Ebenso verfährt man mit dem Elektroskop ohne Zerstreuungszylinder, um den Isolationsverlust über dem isolierenden Bernsteinfuß des Trägers festzustellen.  $V_0'$ ,  $V_t'$  seien die entsprechenden Spannungen und  $t'$  die Expositionszeit; man erhält dann den Zerstreuungskoeffizienten, d. h. die Abnahme der Ladung des Zerstreuungskörpers in Bruchteilen seiner Gesamtladung in der Minute, als:

$$a = \frac{1}{1-n} \left\{ \frac{1}{t} \log \frac{V_0}{V} - \frac{n}{t'} \log \frac{V_0'}{V'} \right\}$$

In dieser Formel bedeutet  $n$  eine Konstante. Sie ist die Kapazität des Elektroskopes, ausge-

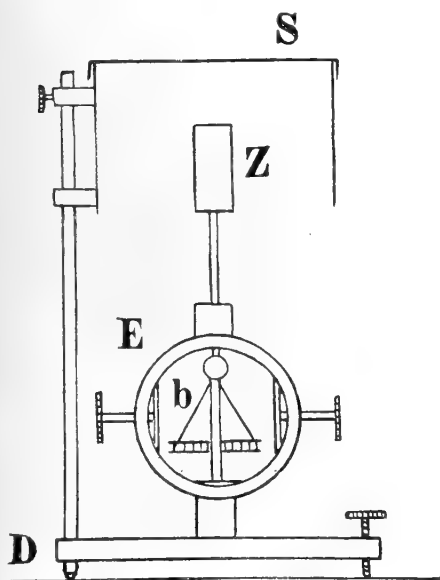


Fig. 3 a.

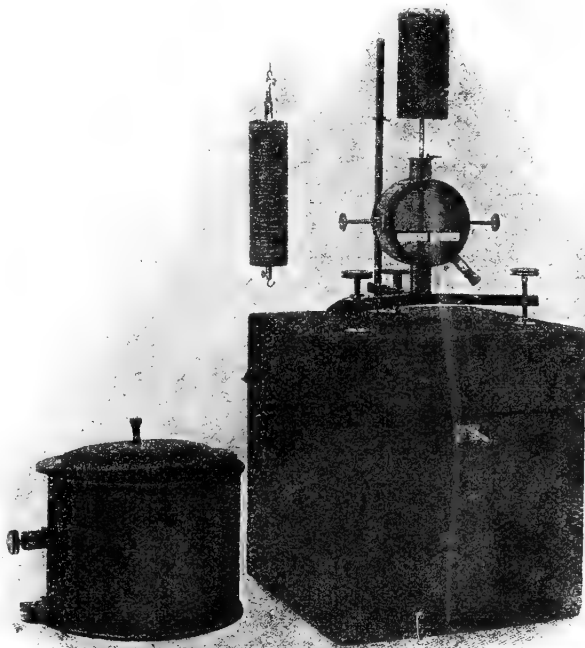


Fig. 3 b.

drückt als Bruchteil der Kapazität des Gesamtsystemes, und läßt sich leicht durch einen Versuch bestimmen. Den positiven Zerstreuungskoeffizienten bezeichnen *Elster* und *Geitel* mit  $a_+$ , den negativen mit  $a_-$ , das Verhältnis mit

$$\bar{q} = \frac{a_-}{a_+}.$$

Die Resultate, die *Elster* und *Geitel* mit ihrem Zerstreuungsapparate bei ihren zahlreichen Messungen an den verschiedensten Orten festgestellt haben, und die von ihren Schülern und andern Forschern in den entferntesten Gegenden bestätigt worden sind, sind kurz diese: Die negative Zerstreuung  $a_-$ , hervorgerufen durch die positive Ladung der Atmosphäre, ist im allgemeinen größer als die positive Zerstreuung  $a_+$ . Das Verhältnis beider ( $q$ ) ist daher

im allgemeinen größer als: 1. Während in der Ebene (Norddeutschland) und an den vor dem Erdfeld geschützten Stellen im Mittel  $a_- = 1,3$ ,  $a_+ = 1,2$ , also  $q = 1,1$  von ihnen gefunden wurde, stellten sie auf Bergspitzen bedeutend höhere Werte der  $a$  und  $q$  fest. Aus ihren Beobachtungen resultierte auch bereits die jährliche und tägliche Periode der Zerstreuung. Sie fanden nämlich, daß die Zerstreuung im Sommer (etwa Mai) ihr Maximum, im Winter dagegen ihr Minimum hat; am Tage beobachteten sie das Maximum in den Mittagsstunden. Weiter zeigen ihre Versuche eine mehr oder weniger direkte oder indirekte Abhängigkeit der atmosphärischen Zerstreuung von der Reinheit der Luft, der Stärke der Luftbewe-

gung und Höhe der Lufttemperatur, besonders aber von der relativen und absoluten Feuchtigkeit derselben. Die Beobachtung der Abnahme der Zerstreuung in trüber Luft, besonders Nebel, zeigte ihnen, daß die ältere Theorie der Elektrizitätszerstreuung durch leitende Partikelchen (Staub) nicht haltbar war. Den wichtigsten Schluß aber, den unsere beiden Forscher aus ihren Beobachtungsreihen zogen, war die klare Erkenntnis einer auf freien Ionen beruhenden elektrischen Leitung der atmosphärischen Luft, wodurch sie einen scharf markierten Abschnitt in der Entwicklungsgeschichte der Luftelektrizität herbeiführten.

*Elster* und *Geitel* sprachen diese Ansicht zuerst in der Arbeit aus, in welcher sie den Zerstreuungsapparat beschreiben und ihre ersten Resultate diskutieren: „Die Ergebnisse“, so



heißt es dort, „lassen sich am einfachsten übersehen unter der Annahme, daß die Luft kleinste Teilchen von positiver und negativer Eigenladung enthält, die durch ihre Berührung mit entgegengesetzt geladenen Körpern deren Entladung bewirken, und die (abgesehen von einem geringen Überschuß der positiven, durch deren Eigenelektrizität gerade die des Erdkörpers neutralisiert werden würde) in etwa gleichen Mengen vorhanden sind. Bei der Nebelbildung wirken sie als Kondensationskerne; hierdurch wird ihre Masse vergrößert und ihre Bewegung gehemmt. Bergspitzen, in denen die negative Elektrizität die größte Dichtigkeit hat, ziehen die positiven heran und verdrängen die negativen, in der Nähe von Wasserfällen überwiegen infolge von *Lenardeffekt* dagegen die negativen.“

In der bald darauf folgenden Arbeit, einem Referat ihrer Zerstreuungsmessungen im *Terrestrial Magnetism* sprechen sie es direkt aus, daß sie von der Existenz elektrischer Ionen in der Atmosphäre fest überzeugt sind: „Auf jeden Fall“, so heißt es am Schlusse der genannten Abhandlung, „scheint uns die Annahme freier Ionen in der Atmosphäre die geeignetste Grundlage für eine rationelle Theorie der atmosphärischen Elektrizität zu sein.“

Eine Anzahl von Versuchen im Laboratorium mit künstlich ionisierter Luft und Parallelversuchen in der freien Atmosphäre, indem sie den Zerstreuungsapparat ohne Schutzdach in einen Drahtkäfig setzten, der bald dasselbe, bald das entgegengesetzte Vorzeichen wie der Zerstreuungskörper erhielt, bekräftigte noch ihre ausgesprochene Ansicht von der Leitfähigkeit der atmosphärischen Luft durch den Gehalt an freien in ihr schwebenden Ionen.

Ferner gelang *Geitel* der Nachweis des Sättigungsstroms in abgeschlossenen Luftmengen. Die Existenz des Sättigungsstroms in gewöhnlicher Luft liefert uns den strengsten Beweis dafür, daß die Luft unter den tatsächlich auf der Erde obwaltenden Verhältnissen sich wie ein ionisiertes Gas verhält.

Noch eine kurze Bemerkung zum *Elsterschen* und *Geitelschen* Zerstreuungsapparat möge hier gemacht werden. Für den vielverwandten und ob seiner bequemen Handhabung bei allen Beobachtern beliebten Apparat gilt, wie einige Physiker nachwiesen, bei aufgesetztem Schutzdach nicht das Zerstreuungsgesetz von *Coulomb*, das in der Formel für  $a$  ja seinen Ausdruck findet. Die Entladungsgeschwindigkeit ist der jeweiligen Ladung nicht proportional, da zwischen geerdetem Schutzdach und Zerstreuungskörper Sättigungsstrom herrscht. Infolgedessen ist der Zerstreuungskoeffizient von der angelegten Anfangsspannung nicht unabhängig. Es kommt noch hinzu, daß die Luft innerhalb des Zerstreuungsraumes durch den Wind beeinflusst wird, so daß der Zerstreuungskoeffizient von der Windstärke abhängt. *Elster* und *Geitel* haben die Män-

gel, die ihrem Zerstreuungsapparat anhaften, selbst erkannt und hervorgehoben<sup>1)</sup>. Speziell die Anwendung des Schutzzyllinders erklären sie als einen Notbehelf, der durch die Existenz des Erdfeldes aufgenötigt wird. Vielfache Verbesserungsvorschläge haben diese Mängel zwar beschränkt, aber durchaus nicht aufgehoben<sup>2)</sup>. *V. Schweidler*<sup>3)</sup> hat übrigens nachgewiesen, daß die ohne Schutzdach gewonnenen Zerstreuungskoeffizienten der absoluten Leitfähigkeit der Luft proportional sind.

Nachdem *Elster* und *Geitel* den ständigen Gehalt an Ionen als Eigenschaft der atmosphärischen Luft erkannt hatten, ergab sich die Frage nach ihrer Herkunft von selbst. Zunächst nahmen sie einen gewissen Betrag der Ionisierung der atmosphärischen Luft als mit ihrer Natur verbunden an. Auffallenderweise fand sich bei von *Geitel* ausgeführten Zerstreuungsmessungen an einer abgeschlossenen Luftmenge eine geringe, aber sicher nachweisbare Zunahme der elektrischen Zerstreuung mit der Zeit, die erst nach einigen Tagen ihr Maximum erreichte. Angestellte Versuche ergaben keinerlei Anhalt zu der Annahme, daß dieser Zerstreuungsanstieg etwa durch allmähliche Ausfällung des Staubes verursacht werde. Wenn es nun eine allgemeine Eigenschaft „gealterter“ Luft war, das Maximum des Ionengehalts zu zeigen, so mußte dasselbe an solcher Luft, die in Höhlen und Kellern stagnierte, von vornherein gefunden werden. Beobachtungen in der Baumannshöhle im Harz oder solche in Kellerräumen ergaben tatsächlich einen Ionengehalt, der den normalen der atmosphärischen Luft bei weitem überstieg. Hier drängte sich den beiden Forschern die Analogie mit emanationshaltiger Luft auf, die, in einem Behälter eingeschlossen, aus bekannten Ursachen ebenfalls einem Ionisationsmaximum zustrebt. Dies war der Gedankengang, der *Elster* und *Geitel* zu der Annahme leitete, daß in der atmosphärischen Luft radioaktive Emanationen enthalten sein könnten; die Radioelemente selbst, aus denen diese stammten, waren — wie die Beobachtungen in Höhlen zeigten — im Erdboden zu suchen.

Die nächsten Arbeiten *Elsters* und *Geitels* beziehen sich folgerichtig auf den direkten Nachweis der radioaktiven Substanzen auf der Erde. Ihre überaus glückliche technische Begabung formt zunächst den Zerstreuungsapparat in passendster Weise um, und mit Hilfe dieser Einrichtung gelingt es ihnen — nach den bekannten Versuchen von *Rutherford* — auf negativ aufgeladenen Drähten das Vorhandensein radioaktiver Substanzen in der freien

<sup>1)</sup> Wien. Ber. Bd. C XI Abt. IIa (Juli 1902), S. 5—8. Über Methoden zur Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit der atm. Luft usw. Protokoll d. luftelektrischen Kommission, Hamburg 1904.

<sup>2)</sup> Vergl. zu dieser Frage: *J. Salpeter*, Wien. Ber. 108, S. 1163 (1909) u. 109, S. 108 (1910), bs. *W. F. S. Swann*, Terr. Mag. 19, 23 (1914).

<sup>3)</sup> *S. Mache* u. *v. Schweidler*, Die atm. Elektrizität. (Braunschweig, Vieweg & Sohn 1909), S. 64 f. f.

Luft, im verstärkten Maße in der Höhlenluft und der aus dem Erdboden aufgesaugten Luft nachzuweisen. Schlamm und Erdproben geben ebenfalls Emanation ab; und es gelingt den Forschern sogar auf chemischem Wege die aktive Substanz so anzureichern, daß ihre Identität mit Radium nachgewiesen werden konnte.

Die überaus kühne Vermutung *Elsters* und *Geitels*, daß die radioaktiven Substanzen fast in allen Gestein- und Erdproben, allerdings in geringen Mengen, vorhanden sind, und infolgedessen auch in der Atmosphäre, den Gewässern und den Niederschlägen, wurde somit von ihnen in glänzendster und schlagendster Weise bestätigt.

Parallel den Betrachtungen *Elsters* und *Geitels* über Niederschlags Elektrizität, Erdfeld, Elektrisatoren und Ionisatoren der Atmosphäre geht das Streben nach einer theoretischen Erklärung für die Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität auf Grund ihres reichen Beobachtungsmaterials. Es handelt sich für sie um die Verknüpfung zweier Erfahrungstatsachen: der im ganzen konstanten negativen Eigenladung des Erdkörpers (der Ursache des Erdfeldes) und der ständigen Ionisierung der Luft. Der Gedankengang *Elsters* und *Geitels* ist kurz folgender: Ionisierte Luft ladet beim Kontakt mit isolierten Leitern diese negativ auf; bekanntlich eine Folge der größeren Beweglichkeit der negativen Ionen. Diese spontane Ladung hat einen Grenzwert, der dann eintritt, wenn das den Körper umgebende elektrische Feld so stark geworden ist, daß es durch Beschleunigung der positiven Ionen den Unterschied ihrer Beweglichkeit gegen die negativen ausgleicht. Darf man nun voraussetzen, daß auch die Luft der freien Atmosphäre mehr negative als positive Ionen an den Erdkörper abgibt, so wäre die negative Eigenladung der Erde und die Existenz des normalen elektrischen Feldes der Atmosphäre von selbst gegeben. Die Grenze der Erdladung ist wiederum erreicht, sobald jenes Feld, das die Folge eben dieser Ladung ist, den trägeren positiven Ionen eine so weit gesteigerte Geschwindigkeit mitteilt, daß die freiwillige Zustromung der negativen Ionen neutralisiert wird.

Die Einwanderung der negativen Ionen denken sich *Elster* und *Geitel* vorzugsweise an solchen Orten, die gegen das Erdfeld geschützt sind; das sind vornehmlich die mit Vegetation bedeckten Gebiete. „An allen geschützt liegenden Orten strömt die negative Elektrizität unausgesetzt aus der Luft in die Erde ein, um an allen freigelegenen, insbesondere den Berggipfeln, durch die in dem entstandenen Felde wandernden, positiven Ionen neutralisiert zu werden. Dabei ist die gesamte Ladung der Erde als Weltkörper nach außen gleich Null, indem die negative der leitenden Erdoberfläche der positiven, in der Atmosphäre enthaltenen komplementär ist. Da die negative Bodenelektrizität, einmal auf die Erde übergegangen, sich auf deren

Oberfläche überallhin verbreiten kann, so geschieht ihr Ersatz in stationärer Weise so, daß die gesamte Ladung des eigentlichen Erdkörpers konstant bleibt. Dagegen ist das luftelektrische Potentialgefälle an einem bestimmten Orte von den lokalen Verhältnissen, der Gestalt der Erdoberfläche und der Menge der freien Ionen in der darüber lagernden Luft abhängig.“

In dieser hier kurz mit ihren eigenen Worten skizzierten Theorie stellen *Elster* und *Geitel* zum ersten Male einen rationellen Versuch auf, den sogenannten Elektrizitätshaushalt der Atmosphäre auf ihre physikalischen Eigenschaften zurückzuführen.

Diese unter den Theorien der atmosphärischen Elektrizität als Adsorptionstheorie *Elsters* und *Geitels* bezeichnete Erklärung der Regenerierung der negativen Erdladung hat überaus befruchtend und anregend gewirkt. Mancher Zusatz ist zwar noch zu ihr hinzugefügt, aber das Fundament dieser auf gesicherten Erfahrungstatsachen aufgebauten und deshalb wohl auch aussichtsreichsten Theorie verdanken wir allein dem physikalischen Scharfsinn unserer beiden Jubilare *Julius Elster* und *Hans Geitel*<sup>1)</sup>.

## Übersicht über die Elster- und Geitel-Festschrift.

(Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1915, 719 S.)

### Quinke, G., Über elektrische Schatten und die abklingende Absorption elektrischer Strahlen durch Isolatoren.

Die Emanationen negativ elektrischer Strahlen werden von isolierenden Substanzen mit periodischen Schwankungen absorbiert, ähnlich wie Wasser von aufquellender Leimgallerte.

### Budde, E., Beziehungen zwischen skalaren und vektoriellen Potentialen.

Verfasser betrachtet zunächst Vektoren, die gleichzeitig quellenfrei und wirbelfrei sind, spricht den Satz aus, daß vieldeutige Potentiale im Außenraum des erzeugenden Körpers durch Vektorpotentiale ersetzt werden können, gibt Erwägungen über Vektoren, für welche das Element des Linienintegrals integrierende Faktoren besitzt und behandelt dann näher den Spezialfall von Vektorpotentialen, deren Vektorlinien gegen eine Gerade zentriert sind.

### Freundlich, H., und H. Kaempfer, Über Unterschiede im Verhalten des Thoriums, verglichen mit anderen Fremdstoffen bei der Beeinflussung der Adsorption des Uran X<sub>1</sub> durch Kohle.

Das mit U X<sub>1</sub> isotope Th vermag wie dieses und im Gegensatz zu anderen Fremdstoffen (Benzoesäure, Strychninnitrat u. a.) ins Innere der Kohle zu dringen und deshalb das U X<sub>1</sub> auch bei nachträglichem Zusatz von der Kohle zu verdrängen, wozu die anderen Fremdstoffe gleichfalls nicht imstande sind. Im benutzten Th(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> schien noch ein anderer Stoff zu sein — vielleicht Radiothorium —, der ebenfalls das U X<sub>1</sub> stark verdrängte. Es wurde eine Methode ausgearbeitet, um

<sup>1)</sup> Literaturnachweise (1885—1915) siehe Heft 30.

auf Grund der Verdrängung des  $UX_1$  von der Kohle die Adsorption wirksamer Fremdstoffe an der Kohle zu messen.

**Hauser, F., Ein einfacher Zerreißapparat für Unterrietzwecke.**

**Voigt, W., Über das magnetische Moment einer zirkulärpolarisierten Lichtwelle.**

Es wird das magnetische Moment berechnet, welches innerhalb eines absorbierenden Körpers entsteht, wenn die in ihm vorhandenen (gebundenen) Elektronen durch eine zirkulärpolarisierte Welle in Bewegung gesetzt werden. Dies Moment findet sich bei plausiblen Voraussetzungen so klein, daß sich dadurch der negative Erfolg aller Versuche seines experimentellen Nachweises vollkommen erklärt.

**Berndt, G., Atmosphärische Elektrizität über dem Meere.**

Die bis jetzt vorliegenden luftelektrischen Beobachtungen auf dem Meere haben das Resultat ergeben, daß dort Ionengehalt, Leitfähigkeit, Ionenbeweglichkeit und auch der Gehalt der Luft an radioaktiven Substanzen fast dieselben Werte wie über dem Festlande haben, und daß sie mit der Entfernung vom Festlande abnehmen. Eine der Ursachen hierfür ist die durch den Wind vom Lande aus über das Meer getragene Emanation, welche etwa  $1 \text{ Ion/cm}^3 \cdot \text{sec}$  erzeugt. Eine zweite Quelle, die 1,5 Ionen liefert, ist die außerirdische durchdringende Strahlung. Die für den Elektrizitätshaushalt der Atmosphäre über dem Meere noch fehlenden 2,6 Ionen werden wahrscheinlich durch die Zerspritzung des Wassers an den Wellenkämmen und an der Küste gebildet.

**Burstyn, W., Die Verschlechterung der Löschwirkung eines Kondensators durch einen Vorschaltwiderstand.**

**Riecke, Eduard (+), Zur Elektronentheorie der thermoelektrischen und elektrothermischen Erscheinungen.**

Den Inhalt dieser schönen, 30 Seiten starken Abhandlung *E. Rieckes*, seiner letzten, erkennen wir aus seiner Einleitung: „Ich habe in die Rechnungen meiner früheren (1896) gegebenen Theorie des Galvanismus und der Wärme das Maxwell'sche Verteilungsgesetz eingeführt; zugleich habe ich mit *Lorentz* angenommen, daß im Innern des Metalles keine positiven Elektrizitätsträger existieren, sondern nur freie Elektronen; ihre lebendige Kraft setze ich nach *Drude* gleich  $\alpha T$ . . . . . Das Ergebnis ist die vollkommenste Übereinstimmung zwischen meiner Theorie und der von *H. A. Lorentz*; die entsprechenden Formeln sind identisch bis in die kleinsten Einzelheiten. Das ist eine Gewähr für ihre Richtigkeit, denn die Wege, auf denen sie in der einen und in der andern Theorie gewonnen werden, sind so verschieden wie möglich.“ (K. Bergwitz.)

**Schulze, F. A., Beiträge zu der Regel von der Konstanz der molekularen inneren Ausdehnungsarbeit von Flüssigkeiten bei Erwärmung.**

**Mache, Heinrich, Über die Korrekturen bei der elektrometrischen Messung schwacher Ionisationsströme und über die Bestimmung kleiner Kapazitäten.**

**Wiedemann, Eilhard, Anschauungen von muslimischen Gelehrten über die blaue Farbe des Himmels.**

Es werden die Anschauungen des arabischen Philosophen *Lindî* (gest. ca. 870 n. Chr.) und eines ägypti-

schen Juristen *Qarâfi* (gest. ca. 1283/84 n. Chr.) besprochen. Beide kommen zu dem Ergebnis, daß die blaue Farbe nicht eine wirkliche, dem Himmel eigentümliche ist, sondern aus der Mischung der Dunkelheit des Himmels mit dem Lichte der durch das Licht der Sonne leuchtend gemachten Staub-, Dunst- usw. Teilchen in der Luft entsteht.

Dann wird noch die Lösung zweier Fragen von *Qarâfi* mitgeteilt, nämlich: Warum erscheint das Meer blau, während doch, wenn es in einzelne Teile zerlegt wird, ein jeder von diesen weiß erscheint? und: Zerkleinert man Glas, so erscheint es weiß, nicht zerkleinert schwarz, grün oder andersfarbig; was ist an diesen beiden Farben richtig und was falsch?

**Schmidt, K. E. F., Über Gleichgewichtsstörungen der Luftelektrizität.**

Die Notiz gibt in kurzen Zügen die auf der physikalischen Versuchsstation Halle-Cröllwitz 1906—1914 erhaltenen Resultate. Beobachtet sind diese Störungen auf allen Teilen der Erdoberfläche und bis in Höhen von 7000 m. Sie weisen je ein Minimum zur Zeit des Sonnenauf- und -unterganges auf; sie haben ein kleineres Tages- und ein großes Nachtmaximum. Die Zahl der Störungen ist im Sommer am größten, im Januar und Februar sinkt sie auf ein tiefes Minimum. Bemerkenswert ist der Parallelismus zu den Potentialstörungen; nachweisbar war ein Zusammenhang mit einigen meteorologischen Elementen.

**Starke, H., Zerspritzen von Metallen in Entladungsfunken.**

Während Aluminium und Eisen in kurzen Entladungsfunken großer Kondensatoren lebhaft zerspritzen, zeigen andere Metalle, wie z. B. Blei und Cadmium, diese Erscheinung nicht. Der Funkenknall, der bei gewöhnlichen oxydierten Bleielektroden außerordentlich laut ist, verschwindet fast völlig bei frischer Oberfläche. Die Bahnen der zerspritzten Metallteilchen weisen, wie photographische Wiedergaben zeigen, merkwürdige Knicke auf, ähnlich wie sie *C. T. R. Wilson* an den Bahnen von  $\alpha$ -Strahlen nachgewiesen hat.

**Gockel, A., Über den elektrischen Leitungsstrom Atmosphäre—Erde.**

Auf Grund von gleichzeitig gemachten Messungen des elektrischen Vertikalstromes in Altdorf (Uri) und Freiburg (Schweiz) wird die Abhängigkeit dieses Stromes von Tages- und Jahreszeiten und den meteorologischen Faktoren besprochen. Der Strom erweist sich lokal stark beeinflusst, besonders von Dunst- und Stratusschichten, weniger von den Sonnenstrahlungen.

**Meyer, Stefan, Einige Bemerkungen über Atom-eigenschaften.**

1. Es wird gezeigt, daß isotope Elemente (RaG und Pb) gleiche magnetische Suszeptibilität haben.

2. Die Atomvolumenkurve ergibt bei Berücksichtigung der neueren Anschauungen über den Bau der Atome keinen kontinuierlichen Verlauf, sondern zeigt sich aus gegeneinander verschobenen Stücken zusammengesetzt.

3. Es finden sich deutliche Beziehungen für die Produkte einer radioaktiven Zerfallsreihe mit dem Atomvolumen; die Stabilität (Lebensdauer) wächst mit sinkendem Atomvolumen.

**Lampe, E., Die Zykloide als Brachistochrone, verglichen mit andren Bahnen zwischen demselben Anfangspunkt O und demselben Endpunkt P.**

**Stark, J., Zerlegung von Serienlinien und Elektronenzahl im Atom.**

Aus dem Vergleich der elektrischen Zerlegungen der Wasserstoff- und der Heliumlinien wird gefolgert, daß im Wasserstoffatom mehr Elektronen als eines enthalten sind.

**Kalähne, A., Über Sinusschwingungen mit nicht-linearen Kraftgesetzen.**

**Pohl, Robert, Über den selektiven Photoeffekt des Bariums.**

Spiegel aus Ba, die durch Destillation des Metalles im Vakuum hergestellt sind, zeigen einen typischen selektiven Photoeffekt, der verschwindet, sobald man natürliches oder polarisiertes Licht so einfallen läßt, daß der elektrische Lichtvektor keine zur Metalloberfläche senkrecht schwingende Komponente besitzt. Der selektive Photoeffekt ist somit nicht auf die Gruppe der Alkalimetalle beschränkt, und überdies bietet Ba zum ersten Male die Möglichkeit, die Eigenschaften des selektiven Effektes an einem *festen Metallspiegel* zu untersuchen.

**Meyer, Edgar, und Walther Gerlach, Über die Gültigkeit der Stokeschen Formel und die Massenbestimmung ultramikroskopischer Partikel.**

Läßt man Pt-Partikel (im elektrischen Funken hergestellt) in Luft von verschiedenem Druck fallen, so kann die Fallgeschwindigkeit durch keines der bisher bekannten Widerstandsgesetze dargestellt werden. Derartige Teilchen dürfen daher nicht zur Bestimmung des elektrischen Elementarquantums oder der Brown'schen Bewegung verwandt werden, wenn dabei die Masse der Partikel aus einem der Widerstandsgesetze berechnet werden muß.

**Laue, M. v., Die Wanderung von Unstetigkeiten in elektrolytischen Lösungen.**

Die mathematische Theorie der Bewegung scharfer Grenzflächen in Lösungen zweier Elektrolyte mit einem gemeinsamen Ion ist von *F. Kohlrausch* und *H. Weber* mit der Beschränkung behandelt worden, daß es sich dabei um vollständig dissoziierte Lösungen handelt. In der vorliegenden Untersuchung wird gezeigt, daß sich die für den Versuch wesentlichen Ergebnisse dieser Theorie auf beliebig konzentrierte Lösungen übertragen lassen, wenn man nur in der Formel für die Wanderungsgeschwindigkeit die Konzentration der Ionen durch die ganze Konzentration der Ionen und der undissoziierten Molekeln ersetzt. Sind ferner die Ionenbeweglichkeiten mit der Konzentration veränderlich, so kann man durch Beobachtung scharfer Grenzflächen in Lösungen eines einzigen Elektrolyten und ihrer Wanderung die Unterschiede in den Beweglichkeiten bestimmen.

**Przibram, Karl, Einige Versuche mit Nebeln.**

Im Anschluß an einen früher beschriebenen Versuch zur Demonstration der Reichweite der  $\alpha$ -Strahlen werden einige weitere Demonstrationsversuche zum Kapitel der Gasionen angegeben, bei denen Salmiak- und andere Nebel als Indikatoren für Ionisierungsvorgänge verwendet werden.

**Köhler, Wolfgang, Über elektromagnetische Erregung des Trommelfelles.**

K. sucht nach einer Methode, die erlaubt, willkürlich gewählte Reize auf das Ohr einwirken zu lassen. Er glaubte, zu diesem Zwecke eine lichtelektrische

Zelle nach *Elster* und *Geitel* benutzen zu können, durch die er wie *Bergwitz* mit Hilfe einer Bogenlampe und einer Lochsirene intermittierende Ströme auslöst, die sich im Telephon bemerkbar machen. Statt des Telephons nimmt K. einen kleinen Elektromagneten, den er direkt auf das mit Eisenspänen armierte Trommelfell wirken läßt. K.'s Resultat, das er zunächst durch Erregung des Elektromagneten durch Unterbrecher erhielt, ist, daß die so erhaltenen Töne von anderen auf gewöhnlichem Wege dem Trommelfell übermittelten nicht zu unterscheiden sind, außerdem folgen sie Frequenzänderungen des Unterbrechers leicht und sicher. Zum Schluß führt K. noch zwei Modifikationen seiner Methode an.

(K. Bergwitz.)

**Meyer, Richard, Pyrogene Acetylenkondensationen.**

Nach kurzer Zusammenfassung der bereits veröffentlichten Ergebnisse wird mitgeteilt, daß zu den aus dem „Acetyleneer“ isolierten Kohlenwasserstoffen nun das *Fluoranthren* gekommen ist. Ferner wurde durch Kondensation von Acetylen mit Schwefelwasserstoff *Thiophen* gewonnen, und aus Acetylen und Wasserdampf kleine Mengen von *Phenol*. Die Zahl der durch pyrogene Acetylenkondensation erhaltenen Bestandteile des Steinkohlenteers ist dadurch auf 26 gestiegen, und es kann nicht bezweifelt werden, daß dieser Vorgang bei der Bildung der Teerbestandteile in der Gasretorte eine wesentliche Rolle spielt.

**Poske, F., Die Zentrifugalkraft im Unterricht.**

F. Poske erörtert eine didaktische Frage, die Behandlung der Zentrifugalkraft im Unterricht. Er zeigt, wie sich die Größe der Zentrifugalkraft im Anschlusse an die ursprüngliche Betrachtungsweise von *Huygens* sowohl auf infinitesimalem wie auf elementarem Wege ableiten läßt, und wie dadurch die Schwierigkeiten vermieden werden, die der üblichen Ableitung anhaften.

**du Bois, H., Die Einrichtung physikalischer Privatlaboratorien.**

Im Anschluß an die Arbeiten der Herren *Elster* und *Geitel* werden die Leistungen anderer Privatgelehrten gewürdigt und die allgemeineren Gesichtspunkte erörtert, welche beim Bau und Betrieb ihrer Arbeitsstätten in Betracht kommen. Die Kleinstadt mit ihrem Eigenhaus bietet manche Vorzüge. Demgegenüber steht die Großstadt mit anderen Vorteilen. Das moderne Miethaus mit seinen Leitungen für Leuchtgas, Heizgas, Leuchtstrom, Kraftstrom, Kaltwasser, Heißwasser, Dampf, Zentralheizung, Saug- und Preßluft bildet an sich bereits eine Art Laboratorium. An einem Beispiel wird Ausbau und innere Einrichtung eines solchen erläutert.

**Mie, Gustav, Das Prinzip von der Relativität des Gravitationspotentials.**

Die Tatsache, daß das Gravitationspotential in den Grundgleichungen der Ätherphysik als selbständige Zustandsgröße auftritt, trotzdem aber im allgemeinen auf die materiellen Vorgänge keinen bemerkbaren Einfluß hat, führt zu der Annahme des folgenden Prinzips: „In zwei Räumen von verschiedenem Gravitationspotential können genau dieselben Vorgänge nach genau denselben Gesetzen ablaufen, wenn man sich nur die Maßeinheiten mit dem Wert des Gravitationspotentials in passender Weise geändert denkt.“ Der Satz von der Proportionalität der schweren und der trägen Masse ist (wenigstens in sehr guter Näherung) nur eine Konsequenz aus diesem Prinzip.

**Schlink, W., Über Windverhältnisse hinter Luftschiffhallen mit kreisrunder und rechteckiger Grundrißfläche.**

Um den Wert von radialen Windschutzwänden bei Luftschiffhallen mit runder Grundrißform festzustellen und die Windverhältnisse hinter ihnen und solchen mit rechteckigem Grundriß zu erkennen, wurden an einer Reihe von Modellen im Göttinger Luftkanal Untersuchungen angestellt. Es zeigte sich, daß radiale Windschutzwände allein keine ausreichende Verbesserung im Windschatten bringen, daß hierzu vielmehr noch besondere Anordnungen auf dem Dache notwendig sind, die eine Ablenkung der Windströmung bewirken. Es wurden deshalb weitere Modelle mit Gitterwänden auf dem Dache untersucht; nach den gefundenen Ergebnissen wurden Flächen gleicher Windgeschwindigkeit aufgezichnet und zwar für 3 Rundhallenmodelle mit kurzen und längeren Windschutzwänden sowie ohne solche und für eine rechteckige Halle, und auf Grund dieser Flächen ein Vergleich zwischen den Wirkungen der Modelle gezogen. Eine Erörterung darüber, wieweit die Ergebnisse Bedeutung für die Verhältnisse der Wirklichkeit haben, ist angeschlossen.

**Valentiner, S., Zur Gasadsorption der Holzkohle.**

Es handelt sich in der Notiz um einen Vorlesungsversuch über Gasadsorption an Glas und Holzkohle. Am anderen Ende einer evakuierten Glasröhre befindet sich ausgeglühte Holzkohle. Durch Erwärmen der Kohle werden die Luftreste aus der Kohle vertrieben und setzen sich an die kälteren Glaswandteile; beim Umkehren der Röhre werden durch die anhaftenden Luftreste die Kohleteilchen an allen Teilen der Glaswand festgehalten, die nicht mit erwärmt worden sind.

**Schames, Léon, Vergleich der van der Waalschen mit der rein thermodynamischen Zustandsgleichung und eine neue Methode zur Bestimmung der kritischen Größen, der Grenzdichten und der Inversionskurven.**

Der Vergleich der van der Waalschen mit der rein thermodynamischen Zustandsgleichung zeigt, daß erstere den Boylepunkt exakt, den Inversionspunkt angenähert wiedergibt, wobei die reduzierten Größen von Druck und Volumen, nicht aber die Temperatur, als korrespondierende zu betrachten sind. Die durch den Boylepunkt gehenden charakteristischen Kurven zeigen solche Gesetzmäßigkeit, daß die kritischen Größen und die Grenzdichten hieraus zu bestimmen sind. Auch die Inversionskurven lassen sich lediglich aus den Isothermen ableiten.

Treten außer dem festen Zustand noch  $n$ -Modifikationen auf, so wird die Zustandsgleichung vom  $(5 + 2n)$ ten Grad, was auch die physikalische Erklärung der Zustandsgleichung nach *Kamerlingh Onnes* sein dürfte.

**Opitz, H., Über das Minimum der Dispersion beim Durchgang eines Lichtstrahles durch ein Prisma.**

**Planck, Max, Über die Energieverteilung in einem System rotierender Dipole.**

Mit Zugrundelegung eines besonderen Gesetzes für die Emission elektromagnetischer Strahlung von seiten eines rotierenden elektrischen Dipols wird der stationäre Zustand berechnet, den ein System von solchen Dipolen unter der Einwirkung einer Hohlraumstrahlung von gegebener Intensität annimmt, und das Resultat in Übereinstimmung gefunden mit den Forderungen der Quantenhypothese.

**Diesselhorst, H., Über die Bewegung eines elektrischen Teilchens in einem konstanten elektrischen und magnetischen Felde.**

Für die von *E. Riecke* untersuchte Bewegung werden mit Hilfe der Vektorendarstellung auf einfachem Wege Formeln gewonnen, aus denen einige z. T. noch nicht beschriebene Folgerungen gezogen werden.

**Würschmidt, J., Zur Enantiotropie des Wismuts.**

Das spezifische Gewicht von Wismut ergibt sich zu 9,80; die Bestimmung wurde unter Entfernung der dem Metallstück anhaftenden Luft mit der Luftpumpe nach der Auftriebsmethode durchgeführt.

Pulverisiertes Wismut hat das spezifische Gewicht 9,70; durch das Pulverisieren geht das Wismut in eine weniger dichte Modifikation  $Bi_2$  über, die identisch mit der von *Cohen* und *Moesveldt* nachgewiesenen sowie auch mit der in den Wismutamalgamen von mir beobachteten Modifikation.

**Trautz, Max, Die Additivität der inneren Atomwärmen bei idealen Gasen.**

Die *innere Molarwärme* ( $C_v - \frac{3}{2}R$ ) etwa gleich *idealer Gase* setzt sich *additiv* aus den inneren Molarwärmen bzw. Atomwärmen der Bestandteile zusammen. Ausgenommen sind Molarwärmen *ungebundener Atome* und *sehr großer Moleküle*, wo z. Z. noch Zahlen fehlen. Dies neue *Additivitätsgesetz der inneren Atomwärmen* wird mit den (heute noch sehr unsicheren) Zahlen für  $C_v$  verglichen, wo es z. B. noch für das 11atomige Propan gilt. *Ideale Gase* folgen ihm wohl bei  $T = \infty$  streng, vielleicht (?) bei allen Temperaturen.

**Wilke, E., Die Messung von sehr großen elektrolytischen Widerständen und von Kapazitäten.**

**König, Walter, Nachweis elastischer Spannungen in ringförmigen Körpern mit Hilfe künstlicher Doppelbrechung.**

Die Verteilung der durch den Druck der Pulvergase in Geschützrohren auftretenden Spannungen wird an Ringen aus Gelatine oder Glas mit Hilfe der durch solche Spannungen bewirkten künstlichen Doppelbrechung veranschaulicht. Die genaue Messung der Phasendifferenzen ergibt die von der Theorie geforderte Abhängigkeit vom umgekehrten Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkt des Ringes. An dem entgegengesetzten Charakter der Doppelbrechung für inneren und für äußeren Druck wird die Wirkungsweise der Konstruktion der Mantelgeschütze erläutert.

**Lehmann, O., Ausscheidungen, Niederschläge und flüssige Kristalle.**

Durch die Entdeckung der flüssigen Kristalle sind die älteren Ansichten über das Wesen der Ausscheidungsvorgänge unhaltbar geworden. Die Ausscheidung kann nicht, wie die „Identitätstheorie“ annimmt, einfach auf dichterem Zusammenrücken der Moleküle ohne Änderung ihrer Beschaffenheit beruhen; sie kann auch nicht ein chemischer Vorgang sein, wie die „Atomgruppierungstheorie“ behauptet, derart, daß sich die bestehenden Moleküle auflösen und ihre Atome, z. B. im Fall der Kristallisation, gemäß ihren Wertigkeiten zu Raumgittern verbinden, wie scheinbar die Versuche über Röntgenstrahleninterferenzen beweisen, denn dann könnten, im Gegensatz zur Erfahrung, Kristallmoleküle nicht in Lösung vorhanden sein. Befriedigende Erklärung gibt dagegen die „Theorie der molekularen Isomerie“, falls man nicht nur Lösungstension



und osmotischen Druck, sondern auch Selbstreinigungsvermögen und Adsorptionskraft berücksichtigt.

#### **Born, Max, Über die optische Aktivität der Kristalle.**

Durch die Raumgittertheorie lassen sich, wie der Verf. in einer demnächst erscheinenden ausführlichen Publikation zeigt, alle wichtigen Eigenschaften der Kristalle erklären. Hier wird aus diesen Untersuchungen die „molekulare Kristalloptik“ mitgeteilt. Es zeigt sich, daß nicht nur die Fresnelschen Gesetze der Lichtausbreitung, sondern auch das natürliche Drehungsvermögen eine Folge der Gitterstruktur sind.

#### **Himstedt, F., Versuche über elektrische Doppelbrechung.**

Unter Benutzung eines Löwe-Zeißschen Interferometers sind neue Versuche ausgeführt über die absolute Verzögerung resp. Beschleunigung, welche senkrecht und parallel zu den elektrischen Kraftlinien polarisiertes Licht im elektrischen Felde erfährt. Bei allen gut isolierenden Flüssigkeiten hat sich für  $\frac{n_a - n}{n_o - n}$  der Wert  $-4$  ergeben. Es bezeichnet  $n_a$  den Brechungsexponenten des senkrecht zu den elektrischen Kraftlinien polarisierten Lichtes,  $n_o$  den des parallel den Kraftlinien polarisierten und  $n$  den Brechungsexponenten außerhalb des elektrischen Feldes.

#### **Schweidler, E. v., Über die möglichen Quellen der Hessschen Strahlung.**

Die von Hess bei Ballonfahrten zuerst beobachtete und später von Kolhörster bestätigte Tatsache, daß die Ionisierung in einem geschlossenen Gefäß mit der Höhe über dem Boden stark zunehme, wurde von Hess auf eine *außerterrestrische* Quelle durchdringender  $\gamma$ -Strahlen zurückgeführt. Vorliegende Arbeit untersucht theoretisch, welche Aktivität verschiedenen hypothetischen Quellen zugeschrieben werden müßte, und liefert das Resultat, daß der Ursprung der Strahlung in Sonne, Mond oder anderen Gestirnen höchst unwahrscheinlich ist, gleichmäßig im Weltraum verteilte radioaktive Materie eher in Betracht käme. Auch die höchsten Schichten der Atmosphäre sind als Quelle auszuschließen.

#### **Weinstein, Max B., Über Erdströme und Erdmagnetismus.**

Die Abhandlung bespricht die Beobachtungen über das Verhältnis der Erdströme zu den Änderungen des Erdmagnetismus und weist namentlich nach, daß im deutschen Reichsgebiete die Erdströme in langen Leitungen als Parallelerscheinung zu den erdmagnetischen Änderungen auftreten, als wenn sie die Bewegungen der Magnetnadeln verursachten. Beobachtungen, namentlich von Birkeland in hohen Breiten an kurzen Linien ergaben dagegen, daß die Erdströme als Induktionserscheinungen sich geltend machen.

#### **Broek, A. van den, Atombau und Atomzerfall.**

Den Ordnungszahlen der Elemente im periodischen System kommt eine tiefere Bedeutung zu. Die Reihe der Elemente (92) von H bis Ur ist die kontinuierliche Reihe aller möglichen inneratomischen Ladungskonglomerationen von 1 bis 92, wobei beide Arten in gleicher Zahl, aber getrennt vorhanden sind. Diese vom Verf. aus Versuchen von Geiger und Marsden geschlossene Folgerung wurde durch die bekannten Moseleyschen Versuche mit Röntgenstrahlen und die Entdeckung vieler anderen die Ordnungszahlen enthaltenden Beziehungen bestätigt. Die Gesamtzahl der Elektronen und positiven

Ladungen im Atom ist jedoch größer als die Ordnungszahl, nach Verf. gleich dem halben Atomgewichte. Beim radioaktiven Zerfall werden diese weiteren  $\alpha$ - und  $\beta$ -Teilchen, nicht die den Ordnungszahlen entsprechenden ausgestoßen, nach Rutherford aus dem Kerne, nach Verf. vielleicht durch Zerfall neutraler He-Teilchen in der Achse des Atoms. Dann entspricht die Zahl der freien inneratomischen Elektronen der Ordnungszahl wie die der positiven Ladungen im jetzt rein-positiven Kerne.

#### **Hoffmann, G., Feinregistrierung der Ionisierung in geschlossenen Gefäßen.**

Das vom Verfasser konstruierte Elektrometer gestattet die von einzelnen  $\alpha$ -Teilchen erzeugten Ionenmengen zu messen. Es können daher bei Beobachtung der spontanen Ionisierung die stoßweisen Ionisationen der  $\alpha$ -Teilchen von der gleichförmigen Ionisation getrennt werden und aus den Größen der Stöße Schlüsse über die Herkunft der  $\alpha$ -Teilchen gezogen werden. 2 Reproduktionen der photographischen Registrierkurven sind beigelegt.

#### **Diesselhorst, H., H. Freundlich und W. Leonhardt, Die Doppelbrechung des Vanadinpentoxysols.**

#### **Wachsmuth, R., und M. Seddig, Die Absorption von Ra-Emanation durch Kohle.**

#### **Grunmach, Leo, Über die Oberflächenspannung von Benzol.**

Es werden verschiedene Messungsreihen zur Bestimmung der Oberflächenspannung von Benzol sowohl nach der Kapillarwellenmethode, wie nach der Steighöhenmethode mit dem Kapillar-Plattenapparat mitgeteilt, und die nach beiden Methoden gewonnenen Ergebnisse mit einander verglichen. Es zeigt sich in Übereinstimmung mit früheren Beobachtungen und Darlegungen des Verfassers, daß die statische Steighöhenmethode einen größeren Wert (28,3 Dynen/cm) für die Oberflächenspannung des Benzols ergibt, als die dynamische Kapillarwellenmethode (26,9 Dynen/cm), bei der bei beständig sich erneuernder Flüssigkeitsoberfläche beobachtet wird.

#### **Feußner, W., Über den Stokesschen Integralsatz.**

W. F. gibt nach einigen kurzen Bemerkungen über die erste Aufstellung und bisherigen Behandlungen des *Stokesschen Integralsatzes* eine einfache Ableitung desselben, die sich wesentlich auf einen der bekanntesten Lehrsätze aus der analytischen Geometrie der geraden Linien im Raum stützt.

#### **Czudnochowski, Walther Biegon von, Kathodokolorreszenz, Permutierende Lumineszenz und Thermoluminováriabilität.**

#### **Timerding, H. E., Über die Raumzeitvektoren und ihre geometrische Behandlung.**

Der Aufsatz bringt einige Betrachtungen über die Anpassung des Minkowskischen Gedankens der „Raumzeitwelt“, der aus der organischen Vereinigung von Raum und Zeit entstehenden Mannigfaltigkeit und der in ihr auftretenden Bildungen, an die von Graßmann und Hamilton ausgebildeten Methoden. Hierbei wird von einem Bilde jener vierdimensionalen Mannigfaltigkeit ausgegangen, das durch die Kugeln des gewöhnlichen Raumes gegeben wird.

#### **Uller, Karl, Eine Wellenstudie.**

Auf Grund der Wellengleichung wird der Nachweis geliefert, daß es im allgemeinen einen „Brechungs-

exponenten“ und einen „Extinktionskoeffizienten“ nicht gibt. Diese erweisen sich nicht als Naturkonstanten, sondern als ad hoc definierte Abkürzungen, die nur bei normalem Einfall und im Snelliusschen Gebiete zugelassen werden können. Als Naturkonstanten treten zwei andere Größen auf. — Die Strahlung ist vom Polarisationszustande der Welle abhängig. Schon in einem isotropen und homogenen Medium gehen ihre Richtung und die der Isophasen-normale auseinander. Außerhalb des Snelliusschen Gebietes und des normalen Einfalls gelten nicht die Sätze von *Fermat*, *Malus* und *Helmholtz*, nicht die Huyghensschen Wellenkonstruktionen.

#### Regener, E., Rauchversuche zur Veranschaulichung der Wirkung der Sonnenstrahlung auf die Atmosphäre.

Die Strahlung einer Bogenlampe fällt auf eine Schicht Tabaksrauch, die sich in einem Glaskasten befindet. Weißes Papier auf dem Boden desselben stellt „Wasser“, schwarzes Papier „Land“ dar. Das schwarze Papier erwärmt sich durch Absorption kräftig und erzeugt dadurch Bewegungen, die ganz denen entsprechen, die in der Erdatmosphäre unter der Wirkung der Sonnenstrahlung entstehen. Eine Reihe von Photographien zeigt die Wirkung einer „Insel“ im „Meer“ und von „Land- und Seewind“.

#### Sommerfeld, A., Die allgemeine Dispersionsformel nach dem Bohrschen Modell.

Nach *Bohr* besteht ein Molekül aus positiven Kernen und negativen Elektronen, welche um diese kreisen. Eine auffallende Lichtwelle setzt sie in Bewegung. Während die ursprünglichen Bahnen nach *Bohr* nicht strahlen sollen, geben die zusätzlichen Bewegungen Ausstrahlung und erzeugen das Brechungsvermögen. Dieses wird hier — nach dem Vorgange *Debyes*, der die Dispersion des Bohrschen Wasserstoffmodells berechnet hat — für einen Ring von beliebig vielen Elektronen bestimmt. Anwendung auf  $O_2$  und  $N_2$ .

#### Bergwitz, Karl, Beiträge zur Kenntnis der $\gamma$ -Strahlung des Erdkörpers.

Zunächst wird ein Universalregistrierapparat beschrieben, mit dem an dieser Stelle in Verbindung mit dem Wulfschen Apparat die durchdringende Erdstrahlung auf der Erde und in 80 m Höhe registriert wird. Die Resultate finden sich in 5 Tabellen und 2 Tafeln. Sie ergeben eine nur geringe Schwankung der pro  $cm^3/sec$  erzeugten Ionen. Sie zeigen gegen Abend ein Maximum, gegen Mittag ein flaches Minimum. Mit Zunahme der wärmeren Jahreszeit steigen sie ein wenig. Parallel gehen Beobachtungen mit einer sehr großen Ionisierungskammer, deren Eigenstrahlung durch Messungen im Steinsalzgebirge und deren Sekundärstrahlung durch Eichung mit einem Radiumpräparat gefunden werden. Nach Abzug dieser Strahlungen ergibt sich, daß ca. 4 Ionen pro  $cm^3/sec$  in der freien Atmosphäre durch die durchdringende Strahlung des Erdkörpers gebildet werden. Zu demselben Resultate führte die Registrierung unter Ort mit dem Wulfschen Apparate. — Durch Messungen im Carnallitgebirge wird eine vom Kalium ausgehende sehr harte, noch nicht bekannte Strahlung festgestellt.

#### Flamm, Ludwig, Die Gesetze des Durchganges der $\alpha$ -Strahlen durch Luft.

Auf Grund neueren Beobachtungsmaterials erweist sich Geigers Formel für die Geschwindigkeitsabnahme,

$r = kv^3$ , als nicht strenge erfüllt und vor allem die Annahme als unzulässig, daß die erzeugte Ionisierung der Energieverausgabung proportional ist. Es lassen sich vielmehr sowohl die Reichweite als auch die Gesamtionisation durch die Geschwindigkeit bloß in der Gestalt  $av^3 - bv^2 + cv - d$  ausdrücken. Man wird wieder auf die schon von *Rutherford* vermutete hohe kritische Geschwindigkeit geführt, doch scheint sie für die einzelnen  $\alpha$ -Strahlen eines homogenen Bündels zu variieren, was die hauptsächlichliche Ursache der Reichweiteschwankungen der  $\alpha$ -Partikel sein dürfte.

#### Fajans, K., Die Eigenschaften isotoper Elemente im festen Zustande

werden theoretisch behandelt. Auf Grund spektroskopischer Beobachtungen wird angenommen, daß die Eigenschaften der äußeren Elektronen in Atomen der Isotopen bis zu einem hohen Grad der Annäherung übereinstimmen. Daraus wird gefolgert, daß im festen Zustande die zwischen den Atomen wirkenden Kräfte bei Isotopen gleich sind. Aus der verschiedenen Masse der Atome folgt dann eine Verschiedenheit der Atomschwingungszahl, also auch der Wellenlänge der Reststrahlen, der spezifischen Wärme, des Wärmehaltes usw. Auch im Atomvolumen und chemischen Eigenschaften sind kleine Unterschiede zu erwarten. Die sich daraus für die Klassifikation der Elemente ergebenden Konsequenzen werden diskutiert.

#### Richarz, F., Kritischer Vergleich und einfache Darstellung der Helmholtzschen und der Abbeschen Theorie des mikroskopischen Auflösungsvermögens.

#### Guthnick, P., und R. Prager, Über eine Gesetzmäßigkeit im System *Ursa major*.

Durch lichtelektrische Messungen an einem 30-cm-Refraktor mit Elster- und Geitelschen Alkalizellen ist die Veränderlichkeit von  $\beta$  und  $\epsilon$  *Ursae majoris* festgestellt und mittels der photometrischen Perioden aus früheren Potsdamer Messungen der Radialgeschwindigkeiten sind die spektroskopischen Bahnen abgeleitet worden. Beide Sterne sind Verfinsterungsveränderliche. Mit Zuhilfenahme der schon bekannten Daten über  $\alpha$  *Coronae*,  $\beta$  *Aurigae* und *Sirius* wird der Parallelismus der Bahnen dieser Doppelsterne mit derjenigen Ebene wahrscheinlich gemacht, um die sich die sicheren Glieder des Systems *Ursa major* eng gruppieren.

#### Lenard, P., Über die druckzerstörten Erdalkaliphosphore.

#### Schlichter, W., Die spontane glühelektrische Emission bei Platin.

Eingehende Untersuchung über die in dem Kreis: glühendes Metall — Vakuum — kaltes Metall — durch eine äußere Leitung zur Glühelektrode zurück *spontan* stattfindende elektrische Entladung einer Platinelektrode. Der *spontane* Strom wird mit den bei eingelegten Hilfsspannungen erzwungenen bzw. gesättigten Strömen verglichen und so gezeigt: 1. in welcher Weise sich unter der anfänglich vorherrschenden positiven Emission die Elektronenemission entwickelt; 2. wie sich nach Abklingen der positiven Emission das Verhältnis von Sättigungsstrom und spontanem Strom um so mehr dem Werte 1 nähert, je mehr durch langes Ausglühen die Glühelektrode dem rein metallischen Zustande angenähert wird.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 30.

23. Juli 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Elektromagnete für Heilzwecke. Von *Prof. Dr. H. du Bois, Berlin*. S. 389.

Über die Anwendung starker Elektromagnete in der praktischen Medizin: Von *Generalarzt Geheimrat Prof. Dr. E. Payr, Leipzig*. S. 391.

### Besprechungen:

Schulze, B., Wurzelatlas. Von *B. Heinze*. S. 394.  
Zeitschrift für Weinbau und Weinhandel. Von *B. Heinze*. S. 395.

Ornithologische Mitteilungen. Von *Schalow, Berlin*. S. 397.

### Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. S. 398.

Physikalische Zeitschrift. S. 398.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 398.

Nachtrag zu der Arbeit: Julius Elsters und Hans Geitel's Bedeutung für die atmosphärische Elektrizität. S. 399.

Nachtrag zu der Übersicht über die Elster- und Geitel-Festschrift. S. 400.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

# Lehrbuch der Geschichtsphilosophie

Von **Dr. Georg Mehlis**

Professor an der Universität Freiburg i. Br.

Preis M. 20.—; in Halbfranz gebunden M. 23.—

## Inhaltsübersicht:

### Vorbemerkungen.

#### I. Probleme der Geschichtsphilosophie oder Theorie der Geschichte und Universalgeschichte.

##### Geschichtsphilosophische Grundfragen.

Allgemeiner Charakter der Geschichtsphilosophie und ihrer Probleme.

Der Begriff der Philosophie.

Der Begriff der Geschichte.

##### Geschichtsphilosophische Einzelprobleme.

Probleme der Geschichtslogik.

Probleme der historischen Wertlehre.

Die Probleme der Universalgeschichte.

#### II. Geschichte der Geschichtsphilosophie.

##### Einleitung.

Das Werden des geschichtsphilosophischen Gedankens in dem griechischen Kulturkreise.

Die Entfaltung des geschichtsphilosophischen Gedankens in der christlichen Philosophie.

Die Vollendung der Geschichtsphilosophie im deutschen Idealismus.

#### III. Das System der Geschichtsphilosophie oder inhaltliche Konstruktion der Universalgeschichte.

Der Sinn des historischen Geschehens.

Allgemeine Konstruktion des universalhistorischen Prozesses.

Die religiöse Entwicklung.

Die ästhetische Entwicklung.

Die philosophische Entwicklung.

Die sittlich-staatliche Entwicklung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

## Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 8 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Kryptogamenflora für Anfänger

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse für Studierende u. Liebhaber

Herausgegeben von

**Prof. Dr. Gustav Lindau**

Privatdozent der Botanik an der Universität zu Berlin, Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem

Erster Band: **Die höheren Pilze (Basidiomyceten)!**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 607 Figuren im Text — Preis M. 6,60; in Leinwand gebunden M. 7,40

Zweiter Band: **Die mikroskopischen Pilze**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 558 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Dritter Band: **Die Flechten**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 306 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Vierter Band, Teil I u. II: **Die Algen**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Erste Abteilung: Mit 489 Fig. — Preis M. 7,—; in Leinw. geb. M. 7,80

Zweite Abteilung: Mit 437 Fig. — Preis M. 6,60; in Leinw. geb. M. 7,40

Fünfter Band: **Die Laubmoose**

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 265 Figuren im Text — Preis M. 7,—; in Leinwand gebunden M. 7,80

Sechster Band: **Die Torf- und Lebermoose**

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 296 Figuren im Text

**Die Farnpflanzen (Pteridophyta)**

Von Guido Brause, Oberstleutnant a. D.

Mit 73 Figuren im Text — Preis M. 8,40; in Leinwand gebunden M. 9,20

Der III. Teil von Band IV, mit dem das Werk abgeschlossen sein wird, befindet sich in Vorbereitung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

23. Juli 1915.

Heft 30.

## Elektromagnete für Heilzwecke.

Von Prof. Dr. H. du Bois, Berlin.

Zur Entfernung ferromagnetischer Fremdkörper aus den verschiedenen Organen, insbesondere aus den Augen, sind Extraktionsmagnete längst in Gebrauch<sup>1)</sup>. Trotzdem erscheint die Konstruktion der „Augenmagnete“ noch der Verbesserung fähig; wenigstens wird seitens der Ophthalmologen bei manchen hartnäckigen Fällen gelegentlich über mangelhafte Zugkraft geklagt. Die Verwendung magnetischer Wechselfelder in der Neurologie scheint sich hingegen auf die Dauer weniger bewährt zu haben.

In den letzten Jahrzehnten hatte man sich überwiegend mit mehr oder weniger „geschlossenen“ magnetischen Kreisen als Feldmagneten für technische und wissenschaftliche Zwecke befaßt; eine anders geartete Aufgabe erwuchs der elektromagnetischen Technik durch die im nachstehenden Aufsatz von Herrn Payr<sup>2)</sup> geschilderte magnetische Behandlung des Magendarmkanals. Eigentümlich ist bei diesem Attraktionsproblem das Bestehen einer indifferenten Zwischenzone, der Bauchdecke, von 2—10 und mehr Zentimeter Stärke; hinter dieser soll erst kräftige Anziehung stattfinden, und zwar bis zu größeren Tiefen (15—20 cm). Das Studium dieser Frage führte anfangs 1914 zur konstruktiven Durchbildung sog. „Darmmagnete“<sup>3)</sup>.

Das gewöhnliche Modell hat einen hochpermeablen Eisenkern von 12 cm Durchmesser und ca. 0,5 m Länge; dessen konkaves Arbeitsende paßt sich der mittleren Körpergestalt an. Für eine solche Polform läßt sich das magnetische Feld sowie dessen Gefälle nach der verlängerten Kernachse berechnen. Ersteres erreicht hier erst in gewisser Entfernung vom Eisen einen Höchstwert; in diesem „neutralen“ Punkte schwindet somit das Feldgefälle. Nach einem allgemeinen Anziehungsprinzip bestimmt nun das Gefälle der ersten oder der zweiten Potenz der Feldstärke die auf gesättigte bzw. ungesättigte magnetische Partikel ausgeübte Kraft. Daher ist diese in jenem singulären Punkte Null; in größerer Entfernung nimmt sie erst zu, um sodann einen Maximalwert zu erreichen und

schließlich wieder abzunehmen, ganz in Übereinstimmung mit der vorliegenden indifferenten Zone. Nach dem anderen Ende zu wird der Kern allmählich dicker, wie es auch bei modernen Feldmagneten üblich ist, und verläuft in eine besonders ausgebildete Gegenpolflansche.

Die Spulen sind mit emailliertem Kupferdraht (bzw. auch oxydiertem Aluminium-Vierkantdraht) bewickelt, dessen Stärke vom Arbeitspol nach dem Gegenpol zunehmend abgestuft ist. Dieses bei Galvanometern bewährte Konstruktionsprinzip war auch bei Feldmagneten bereits angewandt worden. Höhere Stromdichte und Leistung der „Polwindungen“ bewirken dort eine stärkere Erwärmung, die nötigenfalls durch Wasserzirkulation verringert werden kann. Bisher war dies überflüssig, zumal die Behandlung kaum über eine Viertelstunde ausgedehnt wird und auch allzu kaltes Eisen unerwünschte vasomotorische Reflexe beim Patienten auslösen könnte. Die Vorderflansche der Polspule ist — wie bei manchen Feldmagneten — konisch geformt, derart, daß sie Auge und Hand des Operateurs nicht behindert.

Neben der stationären Anziehung erweist sich in der Praxis auch die pulsierende wichtig. Man erhält eine solche in einfachster Weise, indem man mit der Hand bzw. mechanisch einen Unterbrecher betätigt, welcher den Magnet in rhythmischer Weise kurzschließt, wobei selbstverständlich ein induktionsfreier Widerstand vorgeschaltet bleibt. Dieses Verfahren erzeugt eine einfache ausgezackte Feld-Zeit-Kurve, deren Unstetigkeiten freilich durch die Selbstinduktion des Magnets etwas gemildert werden. Die „Relaxationsdauer“ der ganzen Wicklung beträgt einige Sekunden; schaltet man nur die Polspule ein, so läßt sie sich bis auf einige zehntel Sekunden verringern. Bei vielfacher Benutzung pulsierender Ströme dürfte sich eine Unterteilung des Kerns empfehlen. Es kann auch ein Vorschaltwiderstand mit elektromagnetisch rotierender Kurbel verwendet werden, welcher eine etwa 60- bis 150mal pro Minute pulsierende, wellige Feld-Zeit-Kurve zu erhalten gestattet. Die Periode der natürlichen Darmperistaltik beträgt bis zu 10 Sekunden; es müssen durch längere Praxis erst die zur Behandlung verschiedener Fälle geeignetsten Frequenzen, Bereiche und mehr oder weniger stetigen Wellenformen der Feld-Zeit-Kurve empirisch festgestellt werden.

Um das Magnetgewicht möglichst zu beschränken, empfiehlt es sich, den Kern nur etwa  $\frac{3}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  zu sättigen. Man erhält ein Minimum des Gesamtgewichts für ein „Dimensionsverhältnis“ der Länge zum Durchmesser von etwa 4; auch der Wattverbrauch ist dann nur wenig höher als

<sup>1)</sup> Fast drei Jahrhunderte ist die Verwendung natürlicher Magnete bekannt; cf. *Fabricius Hildanus*, *Opera observationum et curationum*, Frankfurt 1646. Elektromagnete wurden von Prof. J. Hirschberg, Berlin, um das Jahr 1877 eingeführt.

<sup>2)</sup> Siehe Näheres bei E. Payr, Münch. med. Wochenschr. 60 p. 2601, 1913; Sitzber. Chirurg. Congr. 43 (II) p. 749, 1914; Arch. f. klin. Chirurg. 106 p. 125, 1914.

<sup>3)</sup> Vgl. H. du Bois, Versl. Akad. Amsterdam 23 p. 15, 1914. Ann. der Physik 42 p. 927, 1913.



das überhaupt denkbare Minimum; er beträgt höchstens  $170 \times 18$  Voltampère oder etwa 3 Kilowatt, bei den meisten Operationen erheblich weniger; im Hinblick auf deren kurze Dauer spielt der Aufwand an Kilowattstunden kaum eine Rolle. Der Magnet wiegt rund 100 kg und hängt an einer Art ausladendem Kran über dem Operationstisch, wobei seine leichte allseitige Beweglichkeit bei geringen Trägheitsmomenten gewahrt bleibt.

Darunter befindet sich die durch den Fuß des Operateurs zu bewegendes Röntgen-Röhre, möglichst weit vom Magnet, um die Ablenkung der dem Felde nicht parallelen Kathodenstrahlen zu verringern. Diese ist proportional dem „Kathodenstrom“, der Feldstärke an dessen Stelle und dem Sinus des Winkels, den diese beiden gerichteten Größen bilden. Man wird also jenen drei Faktoren geringe Werte zu geben versuchen. Sollte es gelingen, die praktischen Schwierigkeiten zu beseitigen, welche einer allgemeineren Anwendung der kürzlich wieder von Herrn Zehnder<sup>1)</sup> vorgeschlagenen metallischen Röntgen-Röhre entgegenstehen, so wäre eine Eisenpanzerung derselben das beste Mittel, die Kathodenstrahlen zu schützen. In manchen Fällen wird die Anordnung einer Kompen-



Fig. 1.

sationsspule in der Nähe der Röhre genügen. Übrigens machte sich dieser Übelstand bisher nicht allzu bemerkbar. In etwa einem Viertel der vorkommenden Fälle kann der Patient auch stehend behandelt werden, was offenbar viel einfacher ist.

Tiefliegende Darmteile (7–20 cm unter der Haut) werden *ohne Polschuhe* behandelt. In kürzeren Entfernungen benutzt man dagegen folgende, aus hochgesättigtem Material, eventuell Ferrokobalt, hergestellte, polierte und vernickelte Armaturen, deren konvexe Rückfläche in die konvexe Polfläche drehbar paßt.

1. Einen „Zugpol“ in Form eines abgestutzten Kegels von ca.  $42^\circ$  Halbwinkel; die größte Anziehung herrscht nahe der Spitze der verlängert gedachten Kegelfläche; hiermit „sammelt“ man den Darminhalt an der gewünschten Stelle und zieht ihn zum Magneten hin.

2. Einen „Prismenpol“ von  $32^\circ$  Halbwinkel für die Behandlung längerer Darmstrecken.

3. Einen unsymmetrischen „Schleppol“ von eigentümlicher hufförmiger Gestalt zur Ausübung

von Anziehungen *tangential* zur Bauchdecke (Pfeilrichtung der Fig. 1).

Außerdem können für Spezialzwecke noch anders geformte Polschuhe entworfen werden; und zwar auf Grund attraktionstheoretischer Rechnungen, welche auch die angeführten Winkelwerte zu bestimmen gestatteten und an anderer Stelle veröffentlicht sind.

Die Anziehung pflegt man mittels Probekugeln zu bestimmen; innerhalb gewisser Grenzen ist sie unabhängig vom Material derselben, falls dieses auch nur schwach ferromagnetisch, jedoch *nicht gesättigt* ist. Die Kraft  $F$ , als Vielfaches des Kugelgewichts  $G$  ausgedrückt, erscheint dann bei gegebenem Kugelradius größer, je geringer die Dichte; der Wert  $F/G = 1$  entspricht offenbar dem Falle, daß das Kügelchen in gewisser Entfernung unter dem Magneten gerade noch getragen wird. Es wurden demgemäß Magnetitkügelchen ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$  = Ferroferrit = ferr. (oxyd.) oxydulat. nigrum) hergestellt; am besten bewährten sich Pillen von 1 cm Durchmesser, mit einem leichten unmagnetischen Pulver verdünnt und etwas Klebstoff gemischt; diese wurden bei den Messungen meist als Probekugeln verwendet. Jene den magnetischen Anforderungen genügende Substanz ist sehr beständig, ungiftig, rostfrei, entwickelt keinen Wasserstoff, wird nicht resorbiert, reizt nicht und gibt gute Röntgen-Kontraste, mit oder ohne Zugabe von Wismutkarbonat. Ihre klinische Verwendung ist im nachfolgenden Aufsatz ausführlicher beschrieben.

Die Anziehung solcher Probekugeln wurde mittels einer Federwaage unter verschiedenen Umständen gemessen; die Versuchsanordnung bei Benutzung des Schleppols zeigt Fig. 2. Beim unarmierten Kern liegt das Maximum der Zugkraft in 4 bis 5 cm Entfernung und beträgt bis zum 25-fachen Gewicht; die größte „Tragweite“ beträgt 22 cm, für Probezylinder noch weit mehr. Beim Zugpol liegt das Maximum in 2 bis 3 cm Abstand und beträgt das 50-fache Gewicht; in mehr als 7 cm Entfernung wird die Anziehung geringer als ohne Polschuh. Mit dem Schleppol erhält man eine transversale Zugkraft bis zum 25-fachen Gewicht in 25 cm Abstand.

Wenn auch das beschriebene Modell den für die Darmchirurgie gestellten Anforderungen völlig genüge, so bieten doch auch die Eigenschaften eines ähnlich vergrößert bzw. verkleinert gedachten Magnets Interesse. Bei  $n$ -fachen Linearabmessungen variiert nun das Eisengewicht wie  $n^3$ , das Kupfergewicht wie  $n^3$  (bzw.  $n^2$ , je nach der Wicklungsart), der Kilowattverbrauch wie  $n$  (bzw.  $n^2$ ), die Anziehung ungesättigter ferromagnetischer Substanzen in gegebener Entfernung aber fast wie  $n^4$ . Auf Grund dieser äußerst günstigen hohen Potenz unterliegt es keinem Zweifel, daß man so ziemlich jede gewünschte Anziehung hervorbringen kann mit größeren Magneten, die aber noch nicht allzu schwerfällig werden. So befindet sich z. B. im Kaiser Wilhelms-Institut zu Dahlem ein

<sup>1)</sup> L. Zehnder, Ann. d. Physik 46, p. 824, 1915; Elektrotech. Ztschr. 36, p. 19, 1915.

vom Verf. entworfener Feldmagnet mit maximalem Kerndurchmesser von ca. 24 cm. Im Vergleich zum beschriebenen Darmmagnet ist also  $n = 24/12 = 2$ ; somit muß die Anziehung *cet. par.* fast  $2^4$ , also das 16-fache betragen.

Der Einfluß auf die Technik der Extraktion ferromagnetischer Fremdkörper der verschiedensten Art läßt sich zurzeit kaum übersehen. Freilich kann man in der Nähe so starker Magnete nur mit einem unmagnetischen Instrumentarium — etwa aus Nickelstahl, Neusilber oder dergl. — hantieren. Übrigens gebietet schon der Darmmagnet eine gewisse Vorsicht in bezug auf Uhren, Stahlkneifer und dergl. Ferner ist eine Einwirkung denkbar auf andere, weniger nachgiebige Organe, als es die Eingeweide sind. Es ist

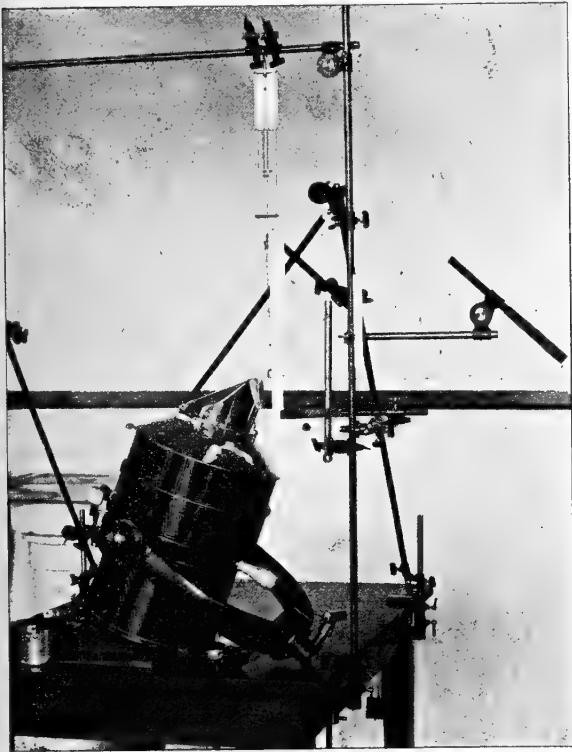


Fig. 2.

bekannt, daß alle Körpergewebe diamagnetisch sind. Faraday zeigte bereits, daß dies auch für das Blut gilt; die Eisenatome im Hämoglobin sind offenbar derart gebunden, daß kein Paramagnetismus auftreten kann, ebensowenig wie etwa beim gelben Blutlaugensalz. Plücker<sup>1)</sup> ließ rote Blutkörperchen im Serum durch einen Magnet abstoßen. Indessen kann auch die Bewegung diamagnetischer Flüssigkeiten durch Röhren und das Tropfen aus denselben unter gewissen Umständen von sehr starken Feldern merklich beeinflusst werden<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> A. Plücker, Pogg. Ann. 73, p. 576, 1848.

<sup>2)</sup> O. Liebknecht und A. P. Wills, Ann. d. Phys. 1, p. 183, 1900; W. J. de Haas und P. Drapier, Ann. d. Phys. 42, p. 677, 1913; M. W. Neufeld, Phys. Zeitschr. 14, p. 646, 1913.

Andererseits entsprechen Werte  $n < 1$  einer Verkleinerung der Abmessungen. Ein kleineres Modell von 8,5 cm Kerndurchmesser soll zur Darmbehandlung in geringeren Tiefen dienen. Zugleich bildet dieses einen kräftigen *Augenmagnet*; das Bedürfnis erhellt aus der Tatsache, daß neuerdings viele Augenverletzungen durch Splitter aus Legierungen erzeugt werden, deren magnetischer Sättigungswert erheblich unter demjenigen des Eisens oder Stahls liegt und wohl erst bei höheren Feldstärken erreicht wird. Die Anziehung solcher, auch bei tiefster Netzhautlage noch möglichst zu sättigender Splitter ist nun nicht etwa unabhängig vom Material, wie es bei den oben erwähnten ungesättigten Pillen der Fall ist. Auch gilt hierfür ein etwas geringerer Halbwinkel der Kegelpole als der günstigste, nämlich  $39^\circ 14'$ , wobei das Auge noch genügend überschaubar bleibt.

Wie beim Darmmagnet, so muß auch hier die Bewicklung des Magnets und des Vorschaltwiderstandes eine bequeme und weitgehende Abstufung der Einwirkung gestatten. Auch ist gelegentlich ruckweise, mehr oder weniger rhythmische Anwendung der Zugkraft der Extraktion unter gewissen Umständen förderlich. Ebenso soll der Patient liegend oder sitzend behandelt werden können, je nach den Wünschen des Operierenden. Insbesondere ist für eine gute Beleuchtung des Auges Sorge zu tragen.

## Über die Anwendung starker Elektromagnete in der praktischen Medizin.

Von Generalarzt Geheimrat Prof. Dr. E. Payr,  
Direktor der Kgl. chirurg. Klinik in Leipzig, z. Zt. im Felde.

Die Verwendung des Elektromagneten in der Heilkunde ist, abgesehen von der Entfernung von *Eisen- und Stahlsplintern aus dem Auge*, die gerade jetzt während des Krieges angesichts der Häufigkeit der Granatverletzungen des Auges eine wichtige Rolle spielt, keine sehr ausgedehnte gewesen.

Gelegentlich hat man auf elektromagnetischem Wege aus den Hohlorganen des menschlichen Körpers ferromagnetische Fremdkörper mit für den jeweiligen Zweck angepaßten, improvisierten Elektromagneten mit Erfolg entfernt (z. B. Haarnadeln aus der Harnblase). Frauenärzte beschäftigten sich mit dem Problem, einen Eisenbolzen in die Gebärmutter einzuführen und durch Einwirken eines starken Elektromagneten durch die Bauchdecken Lageveränderungen sowie eine Massage des Organes zu bewerkstelligen. Auch an die Möglichkeit einer Darstellung der Magengrenzen durch mit Eisen gefüllte Gelatine-Kugeln ist theoretisch gedacht worden.

Das Prinzip des von uns ausgearbeiteten und nachfolgend kurz zu schildernden Verfahrens besteht darin, nach Füllung des Magendarmkanals mit unschädlichen, geeigneten Eisenverbindungen durch Einwirkung eines starken Elektromagneten durch die Bauchdecken mannigfaltigsten Aufgaben

der Erkennung und Behandlung von Unterleibserkrankungen, spez. solchen des Verdauungsapparates näherzutreten.

Eine größere Zahl von Tierversuchen erwies die Möglichkeit und gute Durchführbarkeit solcher Pläne.

Als völlig ungiftige und auch sonst unschädliche ferromagnetische Substanzen erwiesen sich 1. *ferrum reductum*; 2. das Eisenoxyduloxyd (*ferrum oxydulatum*,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), identisch mit dem natürlich vorkommenden Magnetkiesstein. Letzteres ist der Hauptbestandteil des in der Magen-Darm-Röntgentechnik unter dem geschützten Namen *Diaphanit* verwandten Kontrastmittels.

Füllt man den Magendarmkanal eines Versuchstieres mit einer dieser magnetischen Substanzen, so kann man mittels der Einwirkung des magnetischen Feldes durch die Bauchdecken Lageveränderungen der eisenbeschickten Teile in beliebiger Weise vornehmen.

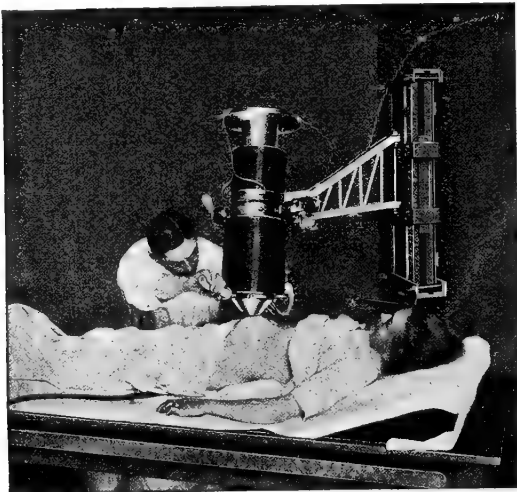


Fig. 1.

Das Eisenpulver sammelt sich an der dem Pole zunächst gelegenen Stelle und gestattet solcherart gewollte Lageveränderungen der Darmteile an beliebiger Stelle. Da alle verwendeten Eisenverbindungen für Röntgenstrahlen undurchlässige Kontrastmittel sind, so vermag man die hinter den Bauchdecken sich abspielenden Lage- und Formveränderungen des Magendarmkanals auf dem Röntgensschirm zu kontrollieren, auf der photographischen Platte festzuhalten, durch größeren oder kleineren Polabstand und Regulierung der Stromstärke zu dosieren.

Für die Anwendung des Verfahrens am Menschen ist von der Firma *Siemens & Halske*, A.-G., Berlin-Siemensstadt, nach exakten Berechnungen von Prof. *du Bois* ein großer, vorstehend theoretisch und konstruktiv geschilderter Elektromagnet hergestellt worden, der allen von ihm geforderten Leistungen entspricht.

An einem durch Schrauben beliebig hoch und niedrig einzustellenden kräftigen eisernen Wandarm (bei dem neusten Modell ist derselbe an einem

massiven Gestell befestigt) ist in Cardanischem Gehänge allseits freibeweglich der Elektromagnet aufgehängt. Ein Doppelhandgriff gestattet bequeme Führung über den Leib des Kranken (s. Fig. 1). Die doppelte Achsenbeweglichkeit gestattet die Anwendung am liegenden wie am stehenden Kranken. Am Arbeitspol des Magneten sind bequem auswechselbare, zweckentsprechend geformte Polschuhe angebracht. Ein- und Ausschaltung des Stromes und Regulierung der Stromstärke erfolgt an einem Schaltbrett.

Schwächere Ströme, 5–6 Ampère, dienen zum „Sammeln“ des Eisenmaterials, stärkere 8, 12, 18 Ampère sind „Arbeitsströme“. Für die innerliche Eisendarreichung zum Zwecke der Magen- und Dünndarmuntersuchung und -behandlung wurde *Diaphanit* verwendet. Die Menge des verwendeten Eisenoxyduloxys betrug dabei 60, 80, 100 g und mehr.

Die Magenurrisse traten dabei im Röntgenbilde ebenso scharf hervor, wie bei der sonst üblichen Verwendung von Wismutcarbonat. Für die Untersuchung und Behandlung des Dickdarms bedient man sich des *Eiseneinlaufs*. Derselbe wird mit einer Darmsonde verabreicht, die an ihrem Ende einen kleinen mit Luft aufzubladenden Ballon trägt. Dieser Ballon wird nach Einführung der Sonde bis über den Schließmuskel des Mastdarmes aufgeblasen und verhütet das Rückströmen der Einlaufmasse während der Behandlungsdauer.

Die Zusammensetzung des Eiseneinlaufs ist folgende: *Ferrum oxydulat*, 300–400, *Bism. carbon.* 70, *Bolus alba* 150, Wasser bis zum Gesamtvolumen von 1000  $\text{cm}^3$ . Für die Füllung des Dickdarms genügt ein Liter dieses Gemenges.

Auf dem Röntgensschirm wird im verdunkelten Raume, am liegenden Patienten, bei unter dem Untersuchungstisch befestigter Röntgenröhre (s. Fig. 2) das Einfließen, die Verteilung des Eiseneinlaufs verfolgt, die Lage der zu beobachtenden oder zu behandelnden Darmteile mit dem Hautstift markiert; nun wird ein etwas größeres Eisendepot an einer zu untersuchenden oder zu behandelnden Stelle gesammelt und unter Kontrolle der zwischen Magnetpol und Bauchdecken gelegten Hand die Lageveränderung der Magendarmteile vollführt. Die anziehende Kraft des magnetischen Feldes auf die Eisenmasse ist eine so bedeutende, daß man auch durch stärkere Bauchdecken die emporgezogenen Magendarmteile sehen, nicht nur fühlen kann. Eine gleichzeitige Beobachtung auf dem Röntgensschirm läßt sich gut durchführen. Eine nicht sehr bedeutende Ablenkung der Kathodenstrahlen durch das magnetische Feld läßt sich voraussichtlich durch entsprechende technische Maßnahmen beheben. Organe, deren Lage man mittels Verschiebung des Magnetpoles ändert, können in ihren *Exkursionsbreiten* bestimmt werden. Es zeigen sich *abnorme Fixierungen* der Bauchhöhlenorgane.

Das geschilderte Verfahren wurde von uns zunächst für die Diagnose des Vorhandenseins, der Örtlichkeit und Ausdehnung von Bauchfellver-

wachsungen von Teilen des Magen- und Darmkanals in zahlreichen Fällen erprobt. Es lassen sich Verwachsungen des Magens und der Gedärme untereinander sowie mit dem Netze und der Bauchwand in einwandfreier Weise feststellen.

Nach einer Operation stattgefundene Verklebungen dieser Teile können durch das Verfahren, solange sie noch nicht fest geworden sind, gelöst werden. Ältere Verwachsungen können in ganz vorsichtiger Weise gedehnt werden. Außerdem erwies es sich als durchaus möglich, *abnorme Beweglichkeit und Fixation* von Teilen des Magen-darmkanals zu erkennen, gewisse krankhafte Veränderungen an denselben (Geschwüre, Ausstülpungen, Knickungen, abnorme Verlagerungen) mit besonderer Schärfe und Deutlichkeit zur Anschau-

einer exakten Erkennung ganz und gar unzugängliche Verwachsungen festgestellt und bei nachfolgenden Operationen bestätigt werden. Eine gewaltsame Zerreißung von solchen Verwachsungen ist natürlich weder erlaubt noch geplant.

Üble Erscheinungen an unseren Patienten, sei es in Form heftiger Schmerzen, Ohnmachtsanfällen, Zeichen innerer Blutungen oder Bauchfellreizungen haben sich nie gezeigt. Allerdings sind wir stets mit größter Vorsicht zu Werke gegangen.

Es liegt der Gedanke nahe, daß so starke Elektromagnete auch für andere Zwecke der operativen Medizin verwendet werden können. Es hat an solchen Anregungen gerade jetzt während des Krieges nicht gefehlt.

So ist die Vorstellung sehr verlockend, Granatsplitter oder mit Stahlmantel versehene Projektilen durch Magnetwirkung der Körperoberfläche näherzubringen, ihre Auffindung zu erleichtern, den Eingriff zu ihrer endgültigen Entfernung zu verringern.

Vor allzu großen Hoffnungen soll und muß dabei gewarnt werden. Die besagten Fremdkörper — vor allem handelt es sich dabei um Granatsplitter — kapseln sich, wenn sie überhaupt ohne Bildung schwerer Entzündungsprozesse im Körper einheilen, ab, d. h. sie umgeben sich mit einer derben bindegewebigen Hülle. Diese wird in der übergroßen Mehrzahl der Fälle eine praktisch ausschlaggebende Annäherung an die Körperoberfläche vereiteln.

Bei Granatsplittern in Muskeln mag es gelingen, durch einen starken Elektromagneten ein Emporgehobenwerden an einer Stelle zur Anschauung zu bringen, aber der große Magnet stört die Operation, erschwert sie, weil alle Stahlinstrumente mit unwiderstehlicher Gewalt an den Arbeitspol fliegen.

Das Röntgenverfahren ist so fein ausgebildet, daß wir jene Splitter, die überhaupt entfernt werden müssen, mit dem Messer ebenso sicher, und wenn wir über genügende Erfahrung und Technik verfügen, auch mit den nur unbedingt notwendigen Durchtrennungen der deckenden Teile erreichen, wie mit dem Elektromagneten.

Ein Anwendungsgebiet, auf dem sich der Elektromagnet jedoch in der Kriegschirurgie bereits nützlich erwiesen hat und auch in Zukunft noch nützlich erweisen wird, sind die *Hirnverletzungen*.

Ein in das Gehirn eingedrungener Granatsplitter erzeugt leider nicht selten durch die von ihm mitgerissenen Bakterien oder kleinen Fremdkörper einen *Hirnabszeß*. Daher ist seine Entfernung stets sehr erwünscht. Gerade bei größeren Zertrümmerungen von Hirnsubstanz liegt öfters eine Hirnwunde vor, in deren Rändern Granatsplitter versteckt liegen. Wenn sie auch im Röntgenbilde gut zu sehen sind, so ist doch ihre Lage nicht so genau zu bestimmen, daß wir sie mit der Pinzette einfach umfassend herausholen könnten.

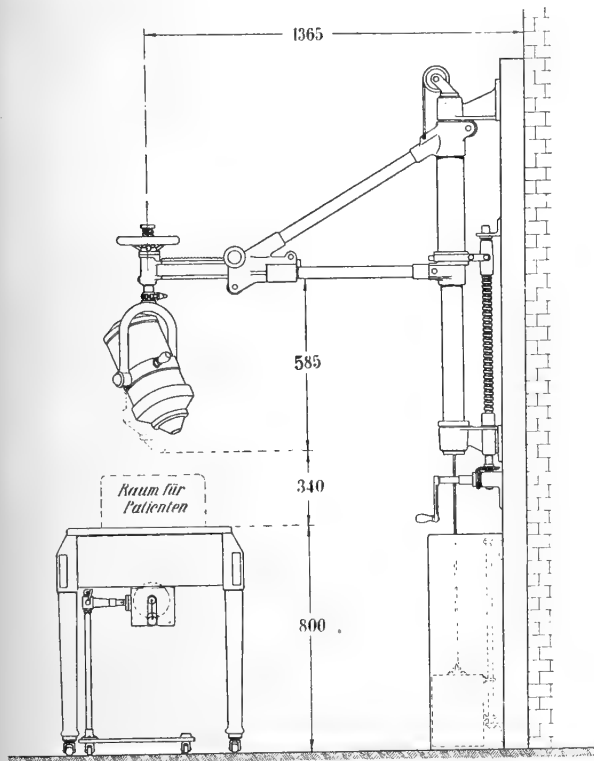


Fig. 2.

ung zu bringen. Endlich konnte das Verfahren zur Anregung der *Peristaltik* (der muskulären Bewegungen des Magendarmkanals), also zu einer Art *elektromagnetischer Darmmassage* verwendet werden. Es läßt sich dies in einfachster Weise durch regelmäßige Kurzschließungen des die Magnetwicklung durchfließenden Stromes erzielen. Weitere Versuche müssen die Brauchbarkeit dieses Verfahrens ergeben.

Völlig sichergestellt ist der hohe *diagnostische Wert* des Verfahrens. Während die Bewegung normaler Magendarmteile im Ausmaße ihrer Ge-krösebefestigung völlig schmerzlos ist, wird der Zug an Verwachsungen sowohl lokal als auch an der entfernten Ansatzstelle derselben *schmerzhaft* empfunden. Es konnten auch feine, sonst wohl

Das Suchen mit dem Finger, mit der Sonde, mit der Pinzette kann bisher unverletzten Gehirnteilen mit wichtigen Verrichtungen noch weiterhin schaden. Es ist daher ganz zweckmäßig, aus Hirnwunden, *die schon einmal da sind*, Granatsplitter mit dem Elektromagneten auszuziehen.

Wenn aber ein Granatsplitter irgendwo unter gesunder Hirnrinde liegt, so möchten wir es nicht für zweckmäßig ansehen, an dieser Stelle ihn durch die intakte Hirnsubstanz zu entfernen; denn unsere Versuche haben ergeben, daß die Splitter mit ihrer größten Masse voran, ganz plötzlich, *blitzartig* mit ungeheurer Gewalt gegen den Magnetpol herangerissen werden und dabei starke Zerreißen an der Hirnsubstanz hervorrufen.

Im Felde stehen an verschiedenen Stellen sog. *Augenmagnete* zur Verfügung. Sie sind für die besagten Eingriffe mit Erfolg verwendet worden. Aber auch ganz einfache improvisierte, mit der Hand zu führende Elektromagnete aus einem Weicheisenstab und einer Anzahl von Drahtwindungen haben vollauf für den Zweck der Entfernung eines Granatsplitters aus einer Hirnwunde genügt.

## Besprechungen.

Schulze, B., *Wurzelatlas*. I. Teil. Darstellung natürlicher Wurzelbilder der Halmfrüchte in verschiedenen Stadien der Entwicklung. 36 S. und 36 Tafeln nach photographischen Aufnahmen. Preis M. 12,—. — II. Teil. Darstellung natürlicher Wurzelbilder von Leguminosen und des Rapses in verschiedenen Stadien der Entwicklung. 42 S. und 29 Tafeln. Preis M. 12,—. Berlin, Paul Parey, 1914.

Im ersten Teile des vorliegenden Wurzelatlaswerkes wird die Bewurzelung der Winter- und Sommerhalmfrüchte in ihrem verschiedenen Entwicklungszustande besprochen und in Bildern dargestellt. Im zweiten Teile werden Vertreter anderer landwirtschaftlich wichtiger Pflanzenfamilien in ihrem Entwicklungsverlaufe behandelt, und zwar wurden von Leguminosen die Pferdebohne (*Vicia faba*), die weiße Lupine (*Lupinus albus*), der Rotklee, die Erbse und neben diesen Hülsenfrüchten noch der Raps geprüft.

Über die Form und Größe der Wurzeln der bei uns vorwiegend angebauten Pflanzen, über ihre zeitliche Entwicklung, ihre Ausbildung in den einzelnen Bodenschichten, ihr Gewicht, über die Bedeutung chemischer und äußerer Bewegungskräfte für ihr Wachstum, sowie über die Leistungen der Wurzeln ist schon mancherlei gearbeitet worden. Es wird an die ersten, seinerzeit geradezu staunenerregenden Beobachtungen von *Schubert-Gallentin*, an die Arbeiten von *Hellriegel*, *Nobbe*, *Haberlandt*, *Heinrich* und besonders an die zielbewußten und sorgsamsten Untersuchungen der Bewurzelungsvorgänge erinnert, die *H. Thiel* und *C. Kraus* ausführten, endlich auch an die Arbeiten von *Werner*, *Hensen*, und namentlich an die von *Orth* und von *Schultz-Lupitz*, durch die alle wenigstens im allgemeinen Klarheit über das Wurzelleben und seine Bedeutung für die Entwicklung der ganzen Pflanze gebracht wurde. Trotz der vielen Einzelheiten ist damit das wichtige Forschungsgebiet der Bewurzelung keineswegs erschöpft. So gut wie die Fortschritte in der Düngerlehre zu immer neuen Forschungen über die oberirdi-

sehen Pflanzenteile führen, so müssen sie auch zu weiterer Beobachtung des Wurzellebens anregen, ja geradezu anreizen und in vermehrtem Maße anspornen. *Das Ziel alles Pflanzenbaues ist die Steigerung des Ertrages an oberirdischer Pflanzenmasse*; aber dieses Ziel kann nur durch eine gute Arbeit der Wurzel erreicht werden. Alle Störungen des Wachstums, soweit sie nicht von außen kommen, werden sich an der ganzen Wurzelentwicklung genau so bemerkbar machen, wie an den oberirdischen Pflanzenteilen, denn beide sind ja unstreitig gleich wichtige Teile des gleichen Pflanzenkörpers.

Bevor aber überhaupt weitere Fragen näher verfolgt werden können, bedarf es zunächst der genaueren Kenntnis der natürlichen Wurzel nach ihrer Form, ihrer Ausdehnung und ihrem Gewicht in den einzelnen Wachstumszeiten. Viel Wichtiges wurde schon früher von *C. Kraus* nachgewiesen, besonders aber die Tatsache ein für allemal festgelegt, daß die höchste Vollkommenheit aller Pflanzenentwicklung nur dann eintreten kann, wenn das natürliche Wachstum der Wurzel keiner Beschränkung unterliegt. Und unbestritten dürfte wohl nach *B. Schulze* sein, was *Hellriegel* in seinen „Grundlagen des Ackerbaues“ ausführt, wo er sich u. a. etwa folgendermaßen äußert:

Das gesamte Wachstum der oberirdischen Pflanze ist streng abhängig von dem Entwicklungsstande, den die Wurzel erreicht. Nur wenn sich diese zu ihrer höchsten Vollkommenheit auszubilden vermag, kann auch der oberirdische Teil der Pflanze sich zu voller Üppigkeit entfalten. Man kann das Wachstum der Wurzel niemals einschränken und hemmen, ohne zugleich die ganze Entwicklung des Stammes und der Zweige zu hemmen. Man muß mit *Hellriegel* vermuten, daß jede Pflanzenart bei ihrer Wurzelanlage so gut einen besonderen und ihr ganz eigentümlichen baukünstlerischen Gedanken verfolgt, wie bei der Anlage und bei dem ganzen Aufbau des oberirdischen Teils. Wenn aber diese Vermutung richtig ist, so wird man mit *Hellriegel* jedwede Maßnahme, eine Pflanze in der Verfolgung dieses Gedankens wesentlich zu hindern, als nachteilig für ihre Entwicklung betrachten müssen; man muß jedenfalls den Schluß ziehen, daß jede Pflanzenart ebensogut ihren ganz bestimmten Bodenraum verlangt, um die höchste Stufe ihrer Ausbildung zu erlangen, wie sie ihre bestimmte Menge von Kali und Phosphorsäure fordert, ja, daß ihr sogar die Form des ihr zur Ausnutzung gebotenen Bodenkörpers nicht gleichgültig sein kann und nicht völlig gleichgültig ist.

Umfangreiche Untersuchungen über die Bewurzelung der Pflanzen sind neuerdings in *Fühlings landw. Zeitung* (1914) auch von *C. Kraus* wieder veröffentlicht worden. Alle Forscher stimmen mit *B. Schulze* (Breslau) überein, wenn sie die großen Schwierigkeiten betonen, die sich der verlustlosen Freilegung der Wurzeln, besonders bei Freilandversuchen, entgegenstellen. Auf diese kann hier natürlich nicht näher eingegangen werden, ebensowenig auf die einzelnen Versuche und auf die sorgfältigen Versuchsanstellungen, die *Schulze* selbst einhielt. Es mag nur erwähnt sein, daß er keine Röhren oder andere Gefäße verwandte, sondern in einem besonderen Erdhause in geeigneter Aufstellung eine größere Anzahl von ausgemauerten, reichlich 2 m tiefen Gruben mit 60 mal 60 cm lichtem Innenraum und mit geeigneten Vorrichtungen, durch Wasserspülung die Erde von den gezogenen Pflanzen sorgfältig zu entfernen.

Aus den mannigfachen Versuchsergebnissen mögen nur einige der wichtigsten Punkte erwähnt sein. Vor



allein zeigen die einzelnen Versuche des Verf., daß die Bezeichnung der Getreidearten (Gramineen) als „Flachwurzler“ nur aus der mangelhaften Kenntnis ihrer regelrechten Wurzelbildung entstanden ist. Andererseits rechtfertigt unter den Hülsenfruchtpflanzen, soweit sie besonders geprüft sind, die Wurzelentfaltung keineswegs die Bezeichnung der Pferdebohnen als „Tiefwurzler“. Bei den Winterhalmfrüchten überragt in der Länge die Wurzel den oberirdischen Pflanzenteil im Herbst sehr bedeutend, nämlich um das 7—8fache. Bei den Sommerhalmfrüchten ist nur das 3—4fache an größerer Länge der Wurzel vorhanden. Zur Zeit der Bestockung ist übrigens schon ein gewisser Ausgleich eingetreten, und es geht dann entsprechend dem stark fortschreitenden Längenwachstum des oberirdischen Teils das Längenwachstum bei der Wurzel stark zurück, bis es am Schlusse der Wachstumszeit noch das  $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ fache der Halmhöhe ausmacht. Bei den geprüften drei Pflanzenfamilien konnten vom Verf. zudem einige auffallende Verschiedenheiten der Wurzelbildung nach Länge und Gewicht festgestellt werden: Einen stufenweisen Unterschied zeigte zunächst der Raps mit seinem, alle anderen Pflanzenarten, die geprüft wurden, überragenden Wurzeltiefgang. Alsdann ist der Kreislauf des Wurzelwachstums bei den Getreidearten dahin stark ausgeprägt, daß vom Zeitpunkt der vollendeten Ausbildung des oberirdischen Teils ab ein Absterben von Wurzeln eintritt, während die Leguminosen ihre Wurzelmasse bis zum Schlusse ihres Lebens gewöhnlich steigern, mindestens aber erhalten und der Raps auch nur wenig Rückgang der Wurzelmasse zeigt. Den betriebswirtschaftlichen Wert solcher Untersuchungen müssen wir in der Richtung der zeitlichen Nahrungszufuhr und -aufnahme suchen. Wir können aus den Ergebnissen schließen, daß die Pflanzen mit vorwiegend stärke- und weniger eiweißhaltigen Samen ihre Nährstoffaufnahme durch die Wurzel zur Blütezeit beendet haben, denn sie würden sonst ihre Wurzelmasse nicht einschränken. Hieraus folgt, daß die als Düngung zuzuführenden Nährstoffe möglichst frühzeitig gegeben werden müssen. Die Zeit der beginnenden Bestockung kann wohl im allgemeinen als letzte Frist angesehen werden. Nur der Hafer schränkt seine Wurzelbildung weniger ausgeprägt ein (vielleicht deshalb, weil bei ihm im Samen zu der Stärke eine gewisse Menge Fett tritt; möglicherweise spielen dabei auch andere Kornbestandteile eine besondere Rolle). Ein gleiches gilt für den als Vorratsstoffe im Samen fast nur Fett und Eiweiß bildenden Raps, der bis zum Abschluß des Wachstums seine Wurzelmasse nahezu völlig beibehält. Hier dürfte eine Düngung mit allen Nährstoffen in zweckmäßiger Form auch noch bis gegen die Blütezeit hin ihre Wirkung nicht verfehlen. Die in ihrem Samen hauptsächlich Eiweiß, zum Teil auch reichlich Fett u. a. Stoffe (Lupinen) ablagernden Hülsenfrüchte versorgen sich mit Stickstoff bis zum Abschluß ihres Lebens, und sie würden nach Schulze daher auch im vorgerückten Alter noch eine Zufuhr sonstiger Stoffe wohl nützen können. Der Klee endlich, den man mehrfach seiner Wachstumssprosse beraubt, braucht andauernd reichlich Nahrung, und für ihn muß so lange gesorgt werden, als man von ihm noch eine Ernte verlangt. Nur dann, wenn Samenreife angestrebt wird, dürfte das Auftreten der Blütenknospen der letzte Zeitpunkt einer wirklichen Düngung sein. Sicherlich ist auch durch das saftreiche Gewebe der krautartigen Pflanzen und durch die starke Verdunstung der wasserreichen Blätter im allgemeinen eine schnellere Aufnahme gelöster Stoffe

durch die Wurzel bedingt, durch deren beschleunigte Fortbewegung und stärkere Verarbeitung. Hierin dürfte ein wesentlicher Unterschied den Gräsern gegenüber liegen, und diesen Verhältnissen hat sich die Wurzel anzupassen. Daß und in welchem Maße die Wurzel diese Vorgänge unterstützt, läßt sich aus den Untersuchungen des Verf. deutlich erkennen. Wichtige Bemerkungen finden sich auch über die Bildung und den Tiefgang der Wurzelknöllchen bei den einzelnen Hülsenfrüchten, auf die hier nicht mehr eingegangen werden soll. Im übrigen möchte Berichtersteller hier darauf hinweisen, daß man durch geeignete Versuche auch sehr gut weitere und tiefere Aufschlüsse über die wichtigen Vorgänge der eigentlichen Stickstoffbindung und N-Aufnahme durch die Hülsenfrüchte (über die Aufnahme des ungebundenen freien Luft-N neben dem im Boden vorhandenen löslichen oder während der Entwicklung weiterhin löslich werdenden Bodenstickstoff) wird gewinnen können. Man wird dann auch zahlenmäßig genauer feststellen können, wieviel Stickstoff (N) die einzelnen Hülsenfrüchte aus dem Boden als solchem und wieviel N sie aus der Luft aufnehmen. Freilich muß man dazu besonders geeignete Versuchspflanzen wählen, wie Serradella (Klauen-schote, Vogelfuß, Krallenklee), Lupine (Feig- oder Wolfsbohne) und Sojabohne, die zunächst auf manchen Böden ohne besondere Impfung oder ohne wiederholten Anbau auf der gleichen Fläche keine Knöllchen bilden. Es müssen vor allem vergleichende Versuche mit Impfung und ohne eine solche zur Heranzucht von knöllchenfreien und knöllchenbesetzten Pflanzen angesetzt und jeder einzelne Versuch muß außerdem zur Nachprüfung mehrfach angelegt werden. Ferner kämen u. a. auch Versuchsgefäße (Gruben wie oben) mit besonderen Stickstoffgaben und ohne solche zu verschiedenen Zeiten in Betracht.

Die einzelnen Tafeln des vorliegenden Tafelwerkes sind entschieden recht gut ausgeführt. Die Pflanzen in ihrem verschiedenen Entwicklungszustande sind durchweg gut wiedergegeben, wenn man auch besonders bei den Leguminosentafeln die einzelnen Pflanzen (wegen ihrer Knöllchenbildungen) sehr gern größer haben würde. Eine von verschiedenen Seiten bereits gewünschte Vergrößerung der Tafeln und Bilder zu Unterrichtszwecken und besserer Vorführung konnte der großen Kosten wegen bisher leider nicht vorgenommen werden. Die Abbildungen sind in loser Form belassen und können so beliebig gruppenweise zusammengestellt werden.

B. Heinze, Halle a. d. Saale.

**Zeitschrift für Weinbau und Weinhandel**, herausgegeben vom Generalsekretär des Weinbauvereins H. Klingler. 1. Jahrgang, 1914. Heft 1 u. 2. Berlin, Verlag P. Parey. Jahrespreis für 12 Hefte M. 10,—. (36—40 Druckbogen Gesamtumfang.)

Die Zeitschrift soll als Sammelblatt des gesamten deutschen Weinbaues dienen: Und zwar sollen in ihm alle Verbesserungen auf dem eigentlichen Fachgebiete, alle Ergebnisse der angewandten Wissenschaft des Inlandes und des Auslandes bekanntgegeben werden. Sie umfaßt außer wissenschaftlichen und fachlichen Aufsätzen im Urdruck auch Sammelberichte, kürzere Mitteilungen, sowie alle einschlägigen Verbandsnachrichten, und endlich alle allgemein wichtigen und beachtenswerten Fragen des Weinbaues und der Weinbehandlung. Auch sollen den Weinbau betreffende gerichtliche, besonders auch reichsgerichtliche Entscheidungen bekanntgegeben werden.

Heft 1 bringt eine größere Abhandlung von Prof. Dr. G. Lüstner (Geisenheim) über das Verhalten der Raupen des einbindigen und bekreuzten Traubenwicklers (*Conchylis ambiguella* Hüb. und *Polychrosis botrana* Schiffm.) zu den Weinbergsunkräutern und anderen Pflanzen (S. 2—35). In früheren Zeiten hielt man die Raupen der beiden Traubenwickler für Schädlinge, die nur der Rebe eigentümlich und schädlich seien. Man war allgemein der Ansicht, daß ihre Nahrung allein aus den Gescheinen und Trauben der Rebe bestände. Alle älteren Angaben über diese Hauptfeinde des Weinbaues beziehen sich nach Lüstner ausschließlich auf ihr Vorkommen auf dem Weinstocke. Heut weiß man, daß es außer der Rebe noch eine große Anzahl anderer Pflanzen gibt, auf denen diese Tiere imstande sind, sich zu entwickeln. Besonders Lüstners umfangreiche neueren Versuche haben zu dem überraschenden Ergebnisse geführt, daß sowohl die *ambiguella*-Raupen, als auch die *botrana*-Raupen imstande sind, sich von dem Kraut bzw. von den Früchten einer ganzen Anzahl von Unkräutern, Nutz-, Zier- und Heckenpflanzen zu ernähren. Dabei wurden alle Pflanzen gefressen, auf denen das Vorkommen dieser Raupen im Freien bekannt ist, soweit sie zu den einzelnen Versuchen herangezogen wurden. Lüstner ist deshalb der Ansicht, daß, wenn den Raupen durch irgendwelche Umstände ihr gewöhnliches Futter genommen wird, oder wenn sie von diesem entfernt werden, sie an den betreffenden anderen Pflanzen einen Ersatz finden. Solche Verhältnisse können z. B. eintreten bei starken Peronospora- oder Oidium-Seuchenausbrüchen, wenn also durch diese Pilze die meisten Trauben vorzeitig zerstört würden. Die Traubenwicklerraupen werden dann nicht etwa durch Nahrungsmangel zugrunde gehen, sondern sie werden an anderen Teilen der Rebe selbst oder aber an anderen Pflanzen ihr Fortkommen finden. Auf die einzelnen Bekämpfungsarten kann hier nicht näher eingegangen werden.

Prof. Dr. K. Krömer (Geisenheim) schreibt über das Wurzelwachstum der Rebe in seiner Bedeutung für die Düngung und Bodenbearbeitung der Weinberge (S. 36—46). Es ist eine unbestrittene Tatsache, daß Stallmist und Kompostdünger im Weinberge fast immer gute Erfolge haben. Das Holzwachstum wird dadurch kräftiger, und auch der Ertrag fällt für gewöhnlich reichlicher aus. Hingegen ist man über den Nutzen der sog. Kunstdünger für den Weinbau noch sehr geteilter Meinung. Obwohl durch Topfdüngungsversuche und durch manche Beobachtungen des Weinbaubetriebes erwiesen ist, daß die Rebe mineralische Dünger verwerten kann, so macht man im eigentlichen Weinbaubetriebe — und zwar selbst in Böden, die mit Nährstoffen keineswegs übersättigt sind — doch sehr häufig die Erfahrung, daß die Kunstdünger im Weinberge nahezu wirkungslos bleiben. Schon von Behrens wurde früher hervorgehoben, daß die Ursachen dieser auffallenden Erscheinung sehr verschiedenartiger Natur sein können. Sie wurden schon von ihm und werden jetzt von Krömer näher erörtert. Danach müssen besonders die Beziehungen zwischen der Düngung und der lebenden Pflanze, hier also dem Weinstocke, vor allem aber die Lebensbedingungen der Wurzeln erst näher untersucht werden, wenn man für solche eine auffallende Erscheinung, daß die Mineraldünger in manchen Weinbergen versagen, eine befriedigende Erklärung finden will. Die Tatsache, daß die Kunstdünger in anderen Zweigen der Landwirtschaft, wie beim Anbau von Getreide, Kartoffeln und Rüben, mit den besten Erfolgen angewandt werden,

könnte vielleicht weitere Untersuchungen über die Bewurzelung und Nährstoffaufnahme der Rebe unnötig erscheinen lassen. Bei näherer Überlegung muß man jedoch mit Krömer zu der gegenteiligen Ansicht kommen. Seine Versuche und Ausführungen über die vorliegende wichtige Frage zeigen dies auch sehr deutlich. Erst durch umfangreiche weitere Versuche und Kenntnisse über das Wurzelwachstum der Rebe wird man nach Krömer dahin gelangen, auch die Kunstregeln der Bodenbearbeitung und Düngung der Weinberge auf einer gesicherten, und vor allem auch wissenschaftlich einwandfreien Grundlage weiter auszubauen.

Heft 2 bringt einen weiteren Aufsatz von Prof. Dr. Lüstner über die Frage, ob die Raupen des einbindigen Traubenwicklers (*Conchylis ambiguella* Hüb.) von den Marien- oder Hergottskäfern (*Coccinelliden*) gefressen werden? Die Frage wird für 2 solche Käferarten bejaht. Wenn jedoch gleichzeitig Blattläuse vorhanden sind, so finden nach Lüstner die Raupen von den genannten Käfern keine weitere Beachtung. Auch werden sie von den Käfern nicht mehr angegangen, wenn sich jene in ihren Gespinsten befinden. Verf. ist daher der Ansicht, daß uns diese Marienkäferchen bei der Wurmbeikämpfung keine nennenswerte Hilfe leisten können. Es besteht nur die Möglichkeit, daß von ihnen frei umherkriechende Würmer gelegentlich gefressen werden.

Es folgt dann die Fortsetzung und der Schluß der obengenannten Krömerschen Abhandlung im 1. Hefte (S. 70—81).

Heft 2 enthält eine sehr wichtige kleine Arbeit von E. Molz (Halle-Saale): Über neue Richtlinien in der Rebenzüchtung (S. 82—88). Sie verdient auch in weiteren Kreisen Aufmerksamkeit und sorgfältige Beachtung. Die dauernde Erhaltung einer befriedigenden Ertragsfähigkeit des deutschen Weinbaues liegt nach Molz in erster Linie in einer planvoll und großzügig durchgeführten Rebenzüchtung. In den meisten Weinbaugebieten kann schon heute von einer angemessenen Verzinsung gar nicht mehr gesprochen werden. Die Ursachen des beginnenden Niederganges unseres Weinbaues sind aber nicht etwa in einer Entartung der Weinrebe, auch weniger in mangelhaften Erträgen infolge lang geübter Niederzucht zu suchen, sondern in der mangelhaften Widerstandskraft unserer Reben gegenüber einigen wenigen Krankheiten und Schädlingen (nämlich Heu- und Sauerwurm, Peronospora und Oidium, Traubenfäule, Chlorose und Reblaus). Mit den verschiedensten, bei rechtzeitiger Anwendung zum Teil sehr gut wirkenden Bekämpfungsmitteln wird man die unserem Weinbau immer stärker drohenden Gefahren kaum beschwören können. Einzig und allein eine mit richtigen Zuchtzielen eingeleitete und durchgeführte Rebenzüchtung und ein Ersatz unserer alten Reben durch hochgezüchtete, widerstandsfähige Edelarten kann und wird dem deutschen Weinbau Gesundheit bringen: So z. B. die Züchtung reblauswiderstandsfähiger Rebenabarten auf Grund der besonderen Einzelauslese gleich zu Beginn des Auftretens der Reblauskrankheit in den heimgesuchten Gebieten. Nach Molz' Erfahrungen scheint bei der Rebenzüchtung vorläufig die Auswählung der ohne Zweifel in großer Zahl mit den verschiedensten äußeren und inneren Eigenschaften vorhandenen Unterspielarten wertvoller zu sein und schneller zum Ziele zu führen, als die Kreuzung. Indessen darf auch diese nicht ganz außer acht gelassen werden, da in ihr die Möglichkeit der Erreichung sehr vielseitiger guter Zuchtziele liegt. Immer aber wird

man erst durch die Züchtung widerstandsfähiger Rebenarten den verderblichen, oft geradezu verheerend wirkenden Einflüssen der Schädlingswelt erfolgreicher und sicherer, auch unter oft weniger günstigen Boden- und Witterungsverhältnissen entgegentreten können. Alle bisherigen Bekämpfungsmaßregeln sind im allgemeinen recht kostspielig und können bei oft ungenügender Wirksamkeit eine befriedigende Ertragsfähigkeit vollständig in Frage stellen. Allein durch hochgezüchtete Stammreben wird man nach *Molz* die Ernten — ohne eine Erhöhung der Arbeitskosten — nicht nur der Menge nach, sondern auch in ihrer Güte ganz wesentlich wieder steigern können.

B. Heinze, Halle a. d. S.

## Ornithologische Mitteilungen.

Die Eier der Paradiesvögel sind von mir in dem letzten Aprilheft des Journal für Ornithologie zum Gegenstand einer eingehenden morphologischen Untersuchung gemacht worden. Es handelte sich darum festzustellen, ob sich für die Eier der Arten genannter Vogelfamilie bestimmte, ihnen eigene Typen nachweisen lassen, und ferner zu untersuchen, wie weit die eventuell vorhandenen Schalencharaktere die heute angenommene systematische Anordnung der Arten und Formen dieser Corviden-Familie, bzw. die Begrenzungen der Genera, stützen und bestätigen. Es sollte mit anderen Worten an einer eng begrenzten und ungemein different gestalteten Vogelfamilie nachgeprüft werden, ob der Oologie für die Systematik der Vögel eine Bedeutung, wie sie von *Baldamus*, *des Murs*, *Landois*, *Thienemann*, *Kutter* u. a. angenommen worden ist, innewohnt oder ob sie zu verneinen ist.

Zunächst möge darauf hingewiesen werden, daß wir heute 112 Arten und Formen von Paradiesvögeln unterscheiden. Von 43 derselben sind erst die Eier bekannt. Während wir Vögel genannter Familie seit Anfang des sechzehnten Jahrhunderts kennen, wurden Eier derselben erst rund 250 Jahre später beschrieben. *E. P. Ramsey*, ein australischer Ornithologe, gab im Jahre 1883 die erste Mitteilung über das Ei einer Paradiesvogelart. Eine in ihrem Verbreitungsgebiet — verschiedene Teile Deutsch-Neuguineas — ungemein häufige und in keinem Museum bzw. keiner größeren Privatsammlung fehlende Form, der Königsvogel (*Cicinnurus regius regius*), wurde im Jahre 1750 beschrieben, die Eier derselben kennen wir aber heute noch nicht. Es darf darauf hingewiesen werden, daß die Paradiesvogeleier ungemein wertvolle Objekte unserer ornithologischen Sammlungen sind. Die größte Zahl derselben befindet sich in dem Walter von Rothschild'schen Museum in Tring. Dann folgen die Sammlungen des Amtsrates *Nehr Korn* in Braunschweig, des Besitzers der größten oologischen Kollektion der ganzen Welt, des British Museum, der australischen Ornithologen *White* und *Hunt*, wie die der verschiedenen deutschen Museen. Berlin besitzt nur zwei Exemplare der wertvollen Objekte.

Die Untersuchung der äußeren Schalenfläche der bis jetzt bekannten Paradiesvogeleier hat ergeben, daß sich sechs verschiedene Eitypen annehmen lassen, von denen sich fünf, wenn auch modifiziert, auch bei anderen Vogelfamilien finden, während eine als charakteristisch für die Gruppe angesehen werden muß. Dieser letztere eigenartige Eitypus zeigt auf der stark glänzenden, rahm- oder lederfarbenen Schalenfläche langgewischte, wie mit einem breiten Pinsel gezogene, tiefsepiabraune Flecken, welche vom stumpfen zum spitzen Pol verlaufen und in dieser charakteristischen

Form nirgends auftreten. Einige leichte Anklänge ähnlicher Art finden sich bei den systematisch fernstehenden Gattungen der Meliphagiden und Pycnonotiden. Von den 31 Gattungen der Paradiesvögel, von denen 16 als oologisch unbekannt ausscheiden, tragen nur vier diesen ungemein typischen Eicharakter.

Aus der Untersuchung der Eischalen geht nun hervor, daß die heute von den Systematikern allgemein angenommenen Genera der Familie der *Paradisaeidae* in sich oologisch völlig einheitlichen Charakter zeigen. Es gibt keine einzige Gattung dieser Vögel, deren Arten einen verschiedenen Eitypus aufweisen. Die Genera als solche zeigen indessen nach ihrer Stellung im gewohnten systematischen Aufbau in oologischer Beziehung sehr bemerkenswerte Unterschiede. Viele Gattungen, z. B. *Chlamydera*, *Amblyornis*, *Sericulus*, *Aeluroedus*, *Prionodura* u. a., stehen sich systematisch ungemein nahe und scheinen nach morphologischen wie anatomischen Befunden sehr wenig differenziert. Trotzdem weichen sie oologisch außerordentlich voneinander ab.

Es ist dies bei den genannten Formen um so bemerkenswerter, als sie auch durch ein biologisches Moment — alle sind Lauben-, Tennen- bzw. Spielnesterbauer — eng miteinander verbunden sind und dadurch von den übrigen Gattungen gesondert erscheinen. Aus analogen Fällen könnte nun angenommen werden, daß diese biologischen Erscheinungen auch gleichartige oologische Merkmale bedingen würden. Dies ist hier aber nicht der Fall. Die beiden Genera *Manucodia* und *Phonygammus* weichen von den anderen Gattungen der Paradiesvögel vielfach ab. Beide stehen sich systematisch sehr nahe. Sie sind durch sehr kompliziert gebaute Luftröhren der Männchen ausgezeichnet. Trotz dieser wichtigen gemeinsamen anatomischen Eigenart und trotz großer morphologischer Ähnlichkeit zeigen beide Gattungen durchaus differenten Eicharakter. So ließen sich die Beispiele mehr. Aus den Untersuchungen der Eier der Paradiesvögel geht hervor, daß nach morphologischen Kennzeichen sehr nahestehende und von den Systematikern eng aneinander gereichte Genera durchaus verschiedenen Eischalencharakter aufweisen. Von einer Zusammengehörigkeit der Gattungen als Teile einer Familie kann oologisch nicht gesprochen werden. Je mehr wir in die Oologie eindringen und nicht nur nach den paläarktischen Formen urteilen, desto mehr müssen die großen Hoffnungen, die man fast alleits bei den Eikundigen hinsichtlich der Verwertung der Oologie für den systematischen Aufbau der Klasse hegte, zu Grabe getragen werden. Die Untersuchung der Schalenstruktur hat gezeigt, daß auch dem Korn nur ein sehr bedingter und ungemein begrenzter Wert beigemessen werden kann, wenngleich die Strukturmerkmale wichtigeren phylogenetischen Charakter besitzen, als Färbung und Stärke der Schale, die als Anpassungsmerkmale aufzufassen sind. Was wir von der Oologie heute wissen, berechtigt uns hinsichtlich ihres Wertes für die systematische Ornithologie, zu sagen, daß sich bei den phylogenetisch niedrig stehenden Vogelgruppen zweifellos ein gewisser Eitypus zeigt, der Ordnungen, Familien und Gattungen im allgemeinen, wenn auch nicht immer, eigen sein kann. Dies ist bei den höher stehenden Familien nicht der Fall. Abgesehen von relativ sehr wenigen Arten, die oologisch einen ausgesprochen typischen Charakter besitzen, ist man nur berechtigt zu sagen, daß morphologisch und anatomisch gut begrenzte und in sich scharf abgeschlossene Gattungen einen bestimmten, für das Genus charakteristischen Eitypus, der weni-

ger von der Schalenfärbung und Form, als von der Oberschalenzeichnung abhängig ist, aufweisen. Finden sich in einer scheinbar durchaus einheitlichen und gleichartigen Gattung Arten, deren Eier völlig aus dem Rahmen der übrigen verwandten Formen herausfallen, so dürfte stets zu untersuchen sein, ob diese Spezies nicht einem anderen Genus zugeteilt werden müssen. Die Untersuchungen der Eier der Paradiesvögel unterstützen diese Ansicht. *Schalow, Berlin.*

## Zeitschriftenschau.

(Selbstanzeigen.)

### Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIII, Heft 5, 1915.

*Zur Frage nach der assimilatorischen Leistungsfähigkeit der Hexenbesen des Kirschbaumes;* von E. Heinricher. Die von H. C. Schellenberg geäußerte Ansicht, daß das Laub des durch den Parasitismus des Pilzes *Exoasens Cerasi* hervorgerufenen Kirschbaum-Hexenbesens sehr geringe assimilatorische Leistungsfähigkeit besitze, und der Hexenbesen wesentlich auf Kosten der gesunden Teile des Baumes wachse, wird widerlegt. Als Beweis wird ein Objekt aus dem Innsbrucker Botanischen Garten in Bildern vorgeführt: Ein Bäumchen, das als Krone einen Hexenbesen von ansehnlichen Dimensionen trägt, der sich aus kleinen, einem gesunden Baum aufgepfropften Hexenbesen-Reisern, unter gleichzeitigem Absterben des ursprünglichen Baumgipfels, entwickelt hat. Es wird ferner gezeigt, daß das Assimilationsgewebe des größeren Teils der Hexenbesenblätter gut entwickelt ist und, wie Versuche erwiesen, auch assimilatorisch normal leistungsfähig ist. Es wird eben stets nur ein Bruchteil der Blätter vom Pilze stärker ergriffen und geschädigt.

*Zweiter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion;* von A. Ursprung. Tote, entrindete Zweigstücke von Thuja werden luftdicht einem kapillaren Steigrohr aufgesetzt, und der ganze Apparat nach besonderer Methode mit möglichst luftfreiem Wasser gefüllt. Taucht man hierauf das Steigrohr in Quecksilber und beschleunigt man die Verdunstung von der Zweigoberfläche mit Hilfe eines Ventilators, so wird das Quecksilber in 5 Minuten bedeutend über Barometer-niveau gehoben und erreicht eine Steighöhe von über 206 cm. Damit ist in einfacher und anschaulicher Weise gezeigt, daß die Imbibitionskraft der Zellwände und die Kohäsion des fließenden Wassers dem Zug dieser Quecksilbersäule mindestens das Gleichgewicht halten muß. Theorie und Experiment führten ferner zum Schlusse, daß die Steiggeschwindigkeit mit zunehmender Zugspannung abnimmt, so daß also das Steigen bei einer bestimmten Zugspannung selbst dann aufhören müßte, wenn keine Blasen gebildet würden.

*Über die Schwankungen der Gliederzahl im Laubblattquirl von Paris quadrifolia;* von P. Stark. Die Laubblattzahl der Einbeere ist von den Ernährungsverhältnissen abhängig. Bei günstigen Bedingungen findet eine Schwankung nach der Plus-, bei ungünstigen nach der Minusrichtung statt. Junge Endsprosse und Seitensprosse sind meist minderzählig, ebenso die Bestände steriler Böden (Sand, Rohhumus), während Mergel großen Reichtum an Plusvarianten bewirkt. Starke Beschattung drückt die Quirlzahl herab; im umgekehrten Sinne wirkt die Wurzelverpilzung, die ein rasches Erstarken der Pflanze und damit einen raschen Anstieg zu hohen Quirlzahlen herbeiführt. Alle diese Ernährungsfaktoren zusammen finden in dem Mittelwert einer ganzen Pariserossenschaft ihren Ausdruck.

*Hierochloe odorata, Mariengras, mit 3 Narben;* von L. Wittmack. An Exemplaren von *Hierochloe odorata*, die in einem Sumpfpflanzenkasten in der Tierärztlichen Hochschule zu Berlin kultiviert werden, fand W. an vielen Blüten 3 Narben, statt der normalen 2. — Dasselbe fand er später an verschiedenen Herbarexemplaren der Landwirtschaftlichen Hochschule; es scheint also gar nicht so selten, ist aber bisher wohl übersehen.

Dagegen hat *Hackel* bereits im Bot. Zentralblatt Bd. 8, 1881, S. 153–157 einen ähnlichen Fall bei *H. australis* beschrieben. — Drei Narben sind unter den Gräsern sonst nur bei einigen *Bambuseen*, *Streptochaete* und *Briza media*, dem Zittergras, bekannt.

### Physikalische Zeitschrift; vom 1. Juni 1915.

*Über ein Paradoxon der Optik;* von A. Landé.

*Neue Untersuchungen über Metallnebel;* von Richard Lorenz. Die Natur der im Jahre 1895 von Richard Lorenz aufgefundenen Metallnebel in Salzschnmelzen ist jetzt durch eine Reihe von Arbeiten weitgehend aufgeklärt worden: 1. In den durch Metalle gefärbten Schmelzen zeigen sich nach dem Erkalten im Ultramikroskop zahllose disperse Teilchen. Hierdurch ist die kolloidale Natur der Metallnebel wenigstens für den festen Zustand nachgewiesen. 2. Es wurden optisch leere Kristalle aus Schmelzflüssen dargestellt. 3. Die dispersen Metallteilchen sind in den Kristallen vielfach nach den Symmetrieebenen orientiert. 4. Es ergeben sich bei Silbersalzen deutliche Beziehungen zum latenten photographischen Bilde, die nach Lorenz dafür sprechen, daß es aus Silberkeimen besteht.

*Über eine Verknüpfung des Sommerfeldschen Wirkungsprinzips mit der Planckschen Quantentheorie;* von M. Wolfke. Auf Grund eines allgemeinen von Planck ausgesprochenen Wirkungsprinzips formuliert der Verfasser mit Benutzung des Sommerfeldschen Wirkungselementes folgendes neue Prinzip: „Bei einem abgeschlossenen physikalischen System erfolgt jede Zunahme und jede Abnahme der gesamten Wirkungsgröße in ganzen Wirkungselementen  $h/2\pi$ .“ Die Anwendung dieses Prinzips auf Hohlraumstrahlung und beliebige harmonische Schwingungen führt direkt zu den Planckschen Energiequanten  $h\nu$ .

*Über die Verwendbarkeit des Selen zu Röntgenstrahlenenergiemessungen;* von F. Voltz. Selen zeigt im Röntgenstrahlenspektrum die gleichen Eigenschaften wie im Gebiete des sichtbaren Lichtes. Die Inkonsistenz der Erscheinung stört und beeinflusst die Meßresultate. Bei Röntgenstrahlenmessungen werden die aus den Messungen gewonnenen Werte durch mehrere Faktoren, wie Zeit und Unterbrechungsfrequenz, stark beeinflusst; auch durch die selektive Absorption infolge des hohen Atomgewichtes des Selen. Die Mittelwerte aus den einzelnen Messungen können nicht als solche gelten, wie die gleichzeitigen Ionisationsmessungen ergeben.

*Ein mechanisches Modell gekoppelter elektrischer Schwingungskreise;* von G. Eichhorn. Prioritätsanspruch für Mandelstam, Jahrb. drahtl. Tel. 1911, gegen Deutsch, Phys. Z. 1915.

*Entladungskurven hochgespannter Ströme;* von F. Janus und F. Voltz. Eine Reihe anderer Hochspannungssysteme werden mittels der bereits beschriebenen (16, 133 [1915]) Methode untersucht. Die Kurvenbilder sind auf 3 Tafeln photographisch wiedergegeben.

### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. Juni 1915.

*Elastische Nachwirkung und elastische Hysteresis;* von E. Warburg und W. Heuse. Deformationsschleifen kann man unter der Annahme, daß sie lediglich von der Weberschen elastischen Nachwirkung herrühren, aus der zeitlichen Zunahme der Deformation unter der Wirkung einer konstanten deformierenden Kraft nach Boltzmanns Theorie berechnen. Indem dies für die Biegung elastischer Lamellen ausgeführt wurde, ergab sich, daß für gewisse Werte des Deformationstempes bei hartem Neusilber  $\frac{1}{9}$ , bei Ebonit ungefähr  $\frac{1}{2}$  der Schleifenöffnung von der Weberschen Nachwirkung herrührte. Der Rest ist elastischer Hysteresis zuzuschreiben, welche der magnetischen Hysteresis analog zu sein scheint. Ähnliche Versuche sind, wie wir nachträglich erfahren, bereits von Herrn H. Jordan für Aluminium, Eisen und Zink gemacht worden (Dissertation, Göttingen 1907).

*Zur Theorie der Dielektrika. Antwort an Herrn M. Born;* von K. Czukur.

## Nachtrag zu der Arbeit: Julius Elsters und Hans Geitels Bedeutung für die atmosphärische Elektrizität.

Von a. o. Prof. Dr. Karl Bergwitz, Braunschweig<sup>1)</sup>.

### Literatur.

1885.

1. Bemerkungen über den elektr. Vorgang in den Gewitterwolken, Wied. Ann. 25, S. 116.

2. Über die Elektriz.-Entwicklung bei der Regenbildung, *ibid.* S. 121.

1886.

3. Zur Frage nach dem Ursprung der Wolken-  
elektrizität, IV. Jahresber. des Vereins für Naturw. in  
Braunschweig, S. 40.

1888.

4. Über eine während der totalen Sonnenfinsternis  
am 19. August 1887 ausgeführte Messung der atmosph.  
Elektrizität, Meteorolog. Zeitschrift V, Januar 1888,  
S. 28.

5. Über eine Methode, die elektr. Natur der atmo-  
sphärischen Niederschläge zu bestimmen, Meteorolog.  
Zeitschr. V, S. 95.

6. Ausströmung negativ. Elektrizität auf dem  
Sonnblick, *ibid.* V, S. 440.

1889.

7. Messungen des normalen Potentialgefälles in  
absolutem Maß, Wien. Ber. Abtl. IIa, Bd. 48, S. 909.

1890.

8. Beob. betreffend die elektr. Natur der Nieder-  
schläge, Wien. Ber. 109, Abtl. IIa, S. 421.

9. Elektr. Beobacht. auf dem hohen Sonnblick,  
Wien. Ber. 109, Abtl. IIa, S. 1008.

1891.

10. Über einige Ziele u. Methoden luftelektr. Un-  
tersuchungen, Schulprogramm 1891. Wolfenbüttel.

1892.

11. Notiz über Wasserfallelektrizität, Wied. Ann.  
47, S. 496.

12. Beob. des atmosphär. Potentialgefälles und der  
ultravioletten Sonnenstrahlung, Wied. Ann. 48, S. 338  
(1893); Wien. Ber. Bd. 101, Abtl. IIa, S. 703.

13. Elmsfeuer, beob. auf dem hohen Sonnblick,  
Wien. Ber. 51, Abtl. IIa, S. 1485.

1893.

14. Ergebnisse neuer Forschungen auf dem Ge-  
biete atm. Elektrizität, Chicagobericht.

15. Beobacht. der normalen atmosphär. Elektrizität  
auf dem Sonnblick, Wien. Ber. Bd. 52, Abtl. IIa,  
S. 1295.

16. Elektr. Beobachtungen auf dem Sonnblick  
(Nachtrag), Wien. Ber. Bd. 54, Abtl. IIa, S. 37.

1897.

17. Zusammenstellung der Ergebnisse neuerer Arb.  
über atm. Elektr., Schulprogramm Wolfenbüttel 1897.

1898.

18. Über eine Methode, elektrische Vertikalströme  
in der Atmosphäre durch luftelektr. Beobachtungen zu  
bestimmen, Terr. Magn. III, S. 49.

19. Über gleichzeitige luftelektr. u. erdmagnetische  
Beobachtungen, Jahresber. des Vereins f. Naturwissen-  
schaften, Braunschweig 1898.

1899.

20. Beobachtungen über die Eigenelektrizität der  
atmosphärischen Niederschläge, Terr. Magn. IV, S. 15  
(1899).

21. Über einen Apparat zur Messung der Elektri-  
zitätszerstreuung in der Luft, Phys. Zeitschrift I,  
S. 11 (1899).

1900.

22. Beiträge zur Kenntnis der atm. Elektrizität,  
Phys. Zeitschrift I, S. 245 (1900).

23. Über die Existenz elektr. Ionen in der Atmo-  
sphäre, Terr. Magn. IV, S. 213 (1900).

24. Über die Elektrizitätszerstreuung in der Luft,  
Wied. Ann. Bd. 2, S. 425 (1900).

25. Luftel. Messungen während der totalen Son-  
nenfinsternis in Algier am 28. Mai 1900 (*Elster*),  
Phys. Zeitschr. II, S. 66 (1900).

26. Messungen der elektr. Zerstreuung in der freien  
Atmosphäre an geographisch weit voneinander ent-  
fernt liegenden Orten (*Elster*), Phys. Zeitschr. II,  
S. 113 (1900).

27. Über die Elektrizitätszerstreuung in abge-  
schlossenen Luftmengen, Phys. Zeitschr. 1901 (*Geitel*),  
Phys. Zeitschr. II, S. 116 (1900).

1901.

28. Weitere Versuche über die Elektrizitätszer-  
streuung in abgeschlossenen Luftmengen, Phys. Zeit-  
schr. II, S. 560 (1901).

29. Über eine fernere Analogie in dem elektrischen  
Verhalten der natürlichen und der durch Becquerel-  
strahlen abnorm leitend gemachten Luft, Phys. Zeit-  
schrift II, S. 590 (1901).

30. Beschreibung des Verfahrens zur Gewinnung  
vorübergehend radioaktiver Stoffe aus der atmosphäri-  
schen Luft, Phys. Zeitschrift III, S. 305 (1901/1902).

31. Über die Radioaktivität der im Erdboden ent-  
haltenen Luft, Phys. Zeitschrift III, S. 574 (1901/1902).

32. Luftelektr. Messungen auf Capri und Spitz-  
bergen (*Elster*), Phys. Zeitschrift III, S. 194 (1901  
bis 1902).

33. Über die Anwendung d. Lehre von den Gasio-  
nen auf die Erscheinungen der atmosphärischen  
Elektrizität von *Geitel*. Braunschweig, Vieweg & Sohn.

1902.

34. Über gemeinsam mit Herrn *Geitel* konstruierte  
transportable Apparate zur Bestimmung der Radio-  
aktivität der natürlichen Luft, Phys. Zeitschrift  
(*Elster*), Bd. IV, S. 96.

35. Über gemeinsam mit Herrn *Geitel* ausgeführte  
Versuche über induzierte Radioaktivität der atmo-  
sphärischen Luft durch positive Potentiale, Phys. Zeit-  
schrift (*Elster*), Bd. IV, S. 97.

36. Über eine Verbesserung der Ablesung am  
Exnerschen Elektroskop, Phys. Zeitschrift Bd. IV, S.  
132.

37. Über transportable Apparate zur Bestimmung  
der Radioaktivität der natürl. Luft, Phys. Zeitschrift  
Bd. IV, S. 138.

38. Messungen der Elektrizitätszerstreuung in der  
freien Luft, Wien. Ber. Bd. 111, S. 946 (1902).

1903.

39. Über die radioaktive Emanation in der atmo-  
sphärischen Luft, Phys. Zeitschrift Bd. IV, S. 522  
(1902/1903).

1904.

40. Über die radioaktive Substanz, deren Emanation  
in der Bodenluft und der Atmosphäre enthalten  
ist, Phys. Zeitschrift V, S. 11.

41. Sur la radioactivité de l'atmosphère et du sol,  
Archives des sciences, Période, V. 17, S. 5—22 (1904).

42. Über die Radioaktivität der Erdschubstanz als  
eine der Ursachen des Ionengehaltes der Atmosphäre,  
Terr. Magn. Juni, Bd. 9, S. 49 (1904).

43. Elektrizitätszerstreuung und Radioaktivität,  
Jahrbuch der Elektronik Bd. I, S. 146 (1904).

1905.

44. Vorschläge für die Ausführung elektr. Beobach-  
tungen während der bevorstehenden Sonnenfinsternis,  
Terr. Magn. Bd. 10, S. 17 (1905).

45. Sur la Radioactivité de l'atmosphère et du sol  
(*Geitel*), Le Radium Bd. 2, S. 193 (1905).

46. Versuche über die Schirmwirkung des Stein-

<sup>1)</sup> Vergleiche Heft 29, S. 377.



salzes gegen die allgemeine auf der Erde verbreitete Becquerelstrahlung, Phys. Zeitschrift Bd. 6, S. 733 (1905).

1906.

47. Über die spontane Ionisierung der Luft und anderer Gase (*Geitel*), Verhandl. der physikal. Gesellschaft Bd. 8, Nr. 3 (1906).

48. Zwei Versuche über die Verminderung der Ionenbeweglichkeit im Nebel, Phys. Zeitschrift Bd. 7, S. 370 (1906).

49. Über die spontane Elektrisierung der Luft und anderer Gase, Naturw. Rundschau Bd. 27, Nr. 18 bis Nr. 20 (1906).

50. Lufterlektrische Beobachtungen auf Mallorca während der totalen Sonnenfinsternis am 30. August 1905, Phys. Zeitschrift Bd. 7, S. 495 (1906).

1907.

51. Radioaktivität und Elektrizität der Atmosphäre, Umschau Bd. 11, S. 181 (1907).

1913.

52. Zur Influenztheorie der Niederschlags Elektrizität, Phys. Zeitschrift Bd. 14, S. 1287 (1913).

1914.

53. Die Lufterlektrizität im Unterricht (*Geitel*), Mathem. Unterrichtsblätter J. XX (1914).

1915.

54. Einfache Apparate und Versuche zur Lufterlektrizität (*Geitel*), Zeitschrift f. d. Physikal. u. Chemisch. Unterricht, 28. Jahrg., 2. H. (1915).

## Nachtrag zu der Übersicht über die Elster- und Geitel- Festschrift<sup>1)</sup>.

**Hauser, F., Ein einfacher Zerreißapparat für Unterrichtszwecke.**

Nach Vorausschickung einiger weniger allgemein bekannter Betrachtungen wird ein zur Vorführung von Festigkeitsversuchen geeigneter kleiner Zerreißapparat beschrieben, der mit den einfachsten Mitteln überall leicht angefertigt werden kann; hierauf eine ebenfalls leicht herzustellende Anordnung, mit welcher die zu den Vorführungsversuchen geeignetsten Blei-Zinn-Stäbe gegossen werden können; endlich wird auf Grund der vorausgeschickten Betrachtungen gezeigt, daß der beschriebene einfache Zerreißapparat in weitgehendem Maße gestattet, Festigkeitsversuche vorzuführen oder als Schülerübungen vornehmen zu lassen.

**Schulze, F. A., Beiträge zu der Regel von der Konstanz der molekularen inneren Ausdehnungsarbeit von Flüssigkeiten bei Erwärmung.**

Zu der vom Verfasser aufgestellten Regel von der Konstanz der molekularen Ausdehnungsarbeit von nicht assoziierenden Flüssigkeiten bei Erwärmung werden noch einige weitere bestätigende Beispiele mitgeteilt; ebenso zu der Regel, daß diese Arbeit für assoziierende Flüssigkeiten einen kleineren als den Normalwert hat. Eingehend wird sodann das Verhalten des Schwefelkohlenstoffs besprochen. Dieser hat für die molekulare Ausdehnungsarbeit einen kleineren als den Normalwert, ist also demnach assoziiert, während er gewöhnlich als nicht assoziiert betrachtet wird. Auch nach einigen anderweitigen seither aufgestellten Kriterien scheint er in der Tat assoziiert zu sein.

<sup>1)</sup> Vergleiche Heft 29, S. 383.

**Lampe, E., Die Zykloide als Brachistochrone, verglichen mit andren Bahnen zwischen demselben Anfangspunkt O und demselben Endpunkt P.**

Zur Erläuterung der Eigenschaft der Zykloide, daß sie Brachistochrone für die reibungslose Bewegung eines materiellen schweren Punktes auf einer Kurve ist, die einen höher gelegenen gegebenen Punkt O mit einem tiefer gelegenen gegebenen Punkt P verbindet, werden die Fallzeiten für sieben verschiedene Kurven zwischen O und P berechnet. Die Beispiele sind so gewählt, daß die Differenzen der Fallzeiten auf den Kurven und denen auf der Zykloide ganz gering sind.

**Opitz, H., Über das Minimum der Dispersion beim Durchgang eines Lichtstrahles durch ein Prisma.**

Es wird zunächst eine Zerstreuungsfunktion aufgestellt, welche durch Integration den Zerstreuungswinkel für einen durch das Prisma gebrochenen nicht homogenen Lichtstrahl liefert. Die Untersuchung der Extrema dieser Funktion führt sodann auf eine kubische Gleichung, durch welche die Stellung kleinster Dispersion bestimmbar ist. Zum Schluß wird als Beispiel ein Prisma von schwerem Flintglase gewählt, der Einfallswinkel für das Zerstreuungsminimum berechnet und mit dem für das Ablenkungsminimum verglichen.

**Diesselhorst, H., H. Freundlich und W. Leonhardt, Die Doppelbrechung des Vanadinpentoxysols.**

Es wird gezeigt, daß das  $V_2O_5$ -Sol eine Flüssigkeit darstellt, die durch gewisse Beeinflussungen anisotrop und zwar doppelbrechend wird. Die Erscheinung beruht auf einer länglichen Gestalt der Kolloidteilchen, die durch Strömung sowie durch elektrische und magnetische Felder gerichtet werden. Der *Majorana*-Effekt am  $Fe(OH)_3$ -Sol (Doppelbrechung im Magnetfeld) stellt sich als Spezialfall der gleichen Erscheinungsguppe heraus, da auch hier mechanische Strömung und elektrisches Feld Doppelbrechung hervorrufen. Schließlich wird die Beziehung zu der Doppelbrechung in flüssigen Kristallen erörtert.

**Wachsmuth, R., und M. Seddig, Die Absorption von Ra-Emanation durch Kohle.**

Ein unter bekanntem Druck mit emanationshaltigem Gas gefülltes Meßgefäß wird durch Öffnen eines Hahnes mit dem luftleeren Absorptionsrohr und einem zweiten Meßgefäß in Verbindung gesetzt. Die von der Kohle bei verschiedenen Temperaturen absorbierten Emanationsmengen lassen sich aus der Differenz zweier Aktivitätsbestimmungen ermitteln. Der Aufsatz bespricht nur die Methode, die Resultate werden später veröffentlicht.

**Czudnochowski, Walther Biegen von, Kathodokolorreszenz, permutierende Lumineszenz und Thermoluminovariabilität.**

Nach Hinweis auf frühere kurze bezügliche Veröffentlichungen des Verfassers werden zunächst die verwendeten Apparate und deren Zweckbestimmung, das Versuchsmaterial und das Versuchsverfahren beschrieben. Es folgt nach allgemeiner Übersicht der beobachteten Erscheinungen deren Einzelbesprechung, erläutert durch bildliche Darstellungen, Schaulinien und Tabellen, woran sich eine theoretisch-kritische Betrachtung der Versuchsergebnisse schließt, auf Grund deren dann Schlüsse über die stattfindenden Vorgänge gezogen und deren mathematische Formulierung versucht wird.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY  
RECEIVED  
NOV 17 1915

U. S. Department of Agriculture

Heft 31.

30. Juli 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Bedeutung der Spektroskopie für die Stellar-  
astronomie. Von *Dr. Erwin Freundlich*, *Neu-*  
*babelsberg*. S. 401.

Das Bedürfnis nach einer Einheitshärteskala  
in der Röntgentechnik. Von *Privatdozent Dr.*  
*P. Ludewig*, *Freiberg i. S.* S. 403.

Die Bildungsstärke der grünen Blätter und ihre  
Nutzbarmachung. Von *Prof. Dr. F. W. Neger*,  
*Tharandt*. S. 407.

Neuere Arbeiten der Carnegie-Institution an der  
magnetischen Aufnahme der Erde. Von *Dr.*  
*A. Nippoldt*, *Potsdam*. S. 408.

## Besprechungen:

Philippson, A., Das Mittelmeergebiet, seine geo-  
graphische Lage und kulturelle Eigenart. Von  
*E. Rudolph*. S. 410.

Kriegsgeographische Zeitbilder. Von *Max*  
*Friederichsen*. S. 410.

Friederichsen, Max, Die Grenzmarken des euro-  
päischen Rußlands. Von *F. Machatschek*.  
S. 411.

Die Richard-Aßmann-Festschrift. Von *O. Baschin*.  
S. 411.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

# Lehrbuch der Geschichtsphilosophie

Von **Dr. Georg Mehlis**

Professor an der Universität Freiburg i. Br.

Preis M. 20.—; in Halbfranz gebunden M. 23.—

## Inhaltsübersicht:

Vorbemerkungen.

I. Probleme der Geschichtsphilosophie oder Theorie  
der Geschichte und Universalgeschichte.

Geschichtsphilosophische Grundfragen.

Allgemeiner Charakter der Geschichtsphilosophie  
und ihrer Probleme.

Der Begriff der Philosophie.

Der Begriff der Geschichte.

Geschichtsphilosophische Einzelprobleme.

Probleme der Geschichtslogik.

Probleme der historischen Wertlehre.

Die Probleme der Universalgeschichte.

II. Geschichte der Geschichtsphilosophie.

Einleitung.

Das Werden des geschichtsphilosophischen  
Gedankens in dem griechischen Kulturkreise.

Die Entfaltung des geschichtsphilosophischen  
Gedankens in der christlichen Philosophie.

Die Vollendung der Geschichtsphilosophie im  
deutschen Idealismus.

III. Das System der Geschichtsphilosophie oder  
inhaltliche Konstruktion der Universalgeschichte.

Der Sinn des historischen Geschehens.

Allgemeine Konstruktion des universalhistorischen  
Prozesses.

Die religiöse Entwicklung.

Die ästhetische Entwicklung.

Die philosophische Entwicklung.

Die sittlich-staatliche Entwicklung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

## Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere

Herausgegeben von

**F. Czapek**-Prag, **M. Gildemeister**-Strassburg, **E. Godlewski** jun.-Krakau,

**C. Neuberg**-Berlin, **J. Parnas**-Strassburg

Redigiert von **F. Czapek** und **J. Parnas**

**Jeder Band ist einzeln käuflich**

Vor kurzem erschien:

Band I

## Die Wasserstoffionenkonzentration

Ihre Bedeutung für die Biologie und die Methoden ihrer Messung

Von Professor Dr. **Leonor Michaelis**

Privatdozent an der Universität Berlin

Mit 41 Textfiguren — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

### Aus dem Vorwort der Herausgeber.

Der Großbetrieb unserer Wissenschaft fordert immer neue literarische Werkzeuge. Vor einem Menschenalter bestand der literarische Handapparat des Physiologen in einer kleinen Anzahl von Fachzeitschriften und Archiven, die jährlich etwa ein Dutzend Bände hervorbrachten, und aus einigen trefflichen Lehr- und Handbüchern von bescheidenem Umfang. Heute füllt die wissenschaftliche Produktion auf dem Gebiete der Physiologie und ihrer Nachbarwissenschaften jährlich Hunderte von Bänden; um unsere Handbücher zu schreiben, reicht die Kraft des einzelnen nicht mehr aus; sie sind das gemeinsame Werk einer größeren Zahl von Forschern und finden in der jüngsten Zeit, nach möglichster Vollständigkeit strebend, keinen Abschluß mehr, sondern gehen in periodisch erscheinende Werke über. Schon dadurch ist die Möglichkeit einer leichten Orientierung vermindert; und die literarischen Behelfe versagen noch mehr dort, wo es sich um das heute so wesentliche Ineinandergreifen der Nachbarwissenschaften handelt.

In unserer Zeitschriftenliteratur wirken seit einem Jahrzehnt die unter dem Titel *Ergebnisse* erscheinenden Sammlungen von Essays aus den Gebieten der Physiologie und Anatomie sehr ersprießlich, sie haben viel dazu beigetragen, auf kleineren Forschungsgebieten rasche Orientierung zu vermitteln. Die Monographiensammlung soll die Ideen, welche den „Ergebnissen“ zugrunde liegen, nach verschiedenen, auch neuen Richtungen hin ausbauen. Es sollen weitere Gebiete einheitlich durchgearbeitet werden; der Autor kann, wie dies früher geschah, unter beliebiger Berücksichtigung der Literatur dem Leser den gegenwärtigen Stand der Kenntnisse auseinandersetzen und so eine bedeutendere Vertiefung des Gegenstandes erreichen, als sie in der modernen Handbuchttechnik möglich ist; denn diese bezweckt ja vor allem Sammlung des Materials.

In mancher Beziehung erscheinen uns die auf ein engeres Gebiet beschränkten, von F. G. Hopkins und R. A. Plimmer herausgegebenen „Monographs on Biochemistry“ vorbildlich, und unser Bestreben geht dahin, in der deutschen Literatur eine ähnliche Monographienreihe zu schaffen, deren Gebiet aber die gesamte Physiologie in der Ausdehnung von den Grenzen der Chemie und Physik einerseits bis zur experimentellen Morphologie und Vererbungsforschung andererseits umfassen soll.

Die Art der Darstellung soll in unseren Monographien streng wissenschaftlich gehalten sein, doch werden eingehende Spezialkenntnisse nicht vorausgesetzt werden; die Monographien sollen die Einführung in einzelne Gebiete jedem Biologen vermitteln und dem wissenschaftlich tätigen Physiologen Gelegenheit bieten, die Leitlinien der Forschung auch in jenen Gebieten kennen zu lernen, welche er selten betritt und doch zu seiner Lebensarbeit braucht.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

30. Juli 1915.

Heft 31.

## Die Bedeutung der Spektroskopie für die Stellarastronomie

im Anschluß an W. W. Campbell: „Stellar Motions“.

Von Dr. Erwin Freundlich, Neubabelsberg.

Die Verwendung des Dopplerprinzips in der Stellarastronomie zum Studium der Geschwindigkeiten der Sterne bedeutet wohl mit den größten methodischen Fortschritt der praktischen Astronomie während der letzten zwanzig Jahre. Den außerordentlich systematischen und wohlorganisierten Arbeiten insbesondere einiger amerikanischer Sternwarten verdanken wir es, daß schon jetzt ein reiches Beobachtungsmaterial vorliegt, so daß für statistische Diskussionen schon hinreichend, allerdings noch lange nicht genug Material vorliegt. Das vorhandene Material reicht eben vorerst aus, um uns zu offenbaren, wo sich Gesetzmäßigkeiten zeigen und uns Wege zu weisen, in welchen die folgenden Untersuchungen gehen müssen, um diese Gesetzmäßigkeiten, z. B. zwischen Geschwindigkeit und Spektralcharakter der Sterne und andere mehr, uns verständlich zu machen. Da eine Besprechung dieser Verhältnisse gleichbedeutend ist mit einer Besprechung des kürzlich erschienenen Buches „*Stellar Motions, with special reference to motions determined by means of the spectrograph*“, von W. W. Campbell, dem Direktor der Lick-Sternwarte in Californien (New Haven, Yale University Press, 1913), in welchem Buche ausführlich der heutige Stand unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete beschrieben ist, und zwar von einem Manne, dessen ganze erfolgreiche Lebensarbeit dem Studium dieser Fragen gewidmet ist, so will ich mich auch Campbells Darstellung anschließen, die nicht allein dem Astronomen, sondern jedem an diesen Problemen Interessierten außerordentlich viel Neues bringen wird.

Das erste Kapitel des Buches ist der historischen Entwicklung der Spektrographie gewidmet.

Fast gleichzeitig mit den ersten Versuchen der Astronomen, dem wohl schon bei allen erschütterten Glauben, daß die Fixsterne wirklich unveränderlich am Himmel stehen, durch planmäßiges Studium älterer und neuerer Beobachtungen den letzten Anhalt zu nehmen und durch Sternzählungen und -schätzungen die Fixsternastronomie über das Stadium einer nur anschauenden und beschreibenden Wissenschaft zu einer mit Hypothesen arbeitenden und zur äußersten Erkenntnis des Weltmechanismus strebenden Naturwissenschaft zu machen, fast gleichzeitig also mit diesen Bestrebungen von W. Herschel und anderen fällt die Epoche der großen Entdeckungen von Fraunhofer und Kirchhoff und strafte den Standpunkt von

Auguste Comte in seiner „Cours de philosophie positive“ (Paris 1830—42) Lügen: „Wir werden niemals in der Lage sein, die chemische Zusammensetzung der Himmelskörper zu studieren. . . . Unsere positive Kenntnis in bezug auf dieselben wird nur auf geometrische und mechanische Phänomene beschränkt sein. Es wird unmöglich sein, auf irgendwelche Weise Untersuchungen über ihre physikalischen, chemischen und anderweitigen Eigenschaften mit in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen.“

Die im Spektrum eines Sternes auftretenden Linien gestatten nämlich in der Tat, über die auf dem Sterne vorhandenen Elemente ziemlich weitgehende Aussagen zu machen. Als noch fruchtbarer hat sich jedoch das eingehende physikalische Studium der Lichtemission auf den Sternen erwiesen, sowohl was die Art der Spektren betrifft, als auch was die Lage ihrer Linien relativ zu denen eines irdischen Vergleichsspektrums angeht. Ersteres hat in der Unterscheidung verschiedener Spektraltypen zu einer wesentlichen und ungemein wichtigen Charakterisierung der Sterne geführt, letzteres hat uns gelehrt, aus dem Vergleich der Lage der Sternlinien zu den entsprechenden Linien einer irdischen Lichtquelle unter Zuhilfenahme des Dopplerprinzips unmittelbar die Geschwindigkeit des Sternes im Visionsradius zum Beobachter abzuleiten. Als ein besonderer Glücksfall ist es dabei eigentlich anzusehen, daß es scheinbar außer dem Dopplereffekt keine unter gewöhnlichen Bedingungen auftretenden Effekte gibt, die in der Lage wären, die Spektrallinien wesentlich zu verschieben; wenigstens sind die unzweifelhaft festgestellten Druckverschiebungen der Spektrallinien und auch die in der letzten Zeit von der Theorie vermuteten Gravitationsverschiebungen wahrscheinlich durchweg nicht groß genug, um die Sternengeschwindigkeiten empfindlich zu verfälschen. Allerdings sind wir wohl nicht weit von der Zeit entfernt, wo auch diese Glieder Berücksichtigung verlangen werden. Viele Jahre Arbeit waren erst erforderlich, um auch die instrumentellen Verfälschungen der gemessenen Linienverschiebungen zu bestimmen bzw. zu eliminieren und, als wesentlichsten methodischen Fortschritt, auch hier die Photographie zur Hilfe zu ziehen.

Eine eingehende Besprechung der Entwicklung der photographischen Methode in der Spektrographie, der Überwindung der großen instrumentellen Schwierigkeiten, welche die Empfindlichkeit der Apparatur gegen Durchbiegung und Temperaturschwankungen am beweglichen Fernrohr mit sich brachte, von den ersten entscheidenden Resultaten von Vogel und Scheiner in Potsdam bis zu

den letzten schwierigen Untersuchungen über systematische Fehler der Spektroskopie ist der Inhalt des zweiten Kapitels.

Die ersten Jahre, nachdem die Methode praktisch genügend fundiert war, wurden dazu verwandt, bekannte Geschwindigkeiten von Himmelskörpern nach dieser neuen Methode zu bestätigen, um zugleich auch auf diese Weise systematische Unterschiede der verschiedenen Beobachtungen aufzudecken. Die Feststellung der Sonnenrotation durch direkte Vergleichung zweier Sonnenspektren, die dem Ost- und Westrand derselben entnommen waren, die Untersuchung der Rotationsgeschwindigkeit verschiedener Planeten und als eines der schönsten Resultate, der von *Keeler* erbrachte direkte Nachweis, daß der Saturnsring aus diskreten Teilchen besteht, wie *Maxwell* theoretisch gefolgert hatte, seien hier nur erwähnt.

Nach diesen ausführlichen Vorbereitungen schreitet *Campbell* im 4. Kapitel zu dem Hauptproblem der Stellarastronomie, nämlich dem Problem der Bewegung des Sonnensystems relativ zum Fixsternsystem und der Bewegung des letzteren selbst. Obwohl sein Buch speziell die Verwendung spektroskopischer Methoden behandeln soll, greift er doch hier weit zurück, um den wesentlichen Fortschritt, den in diesem Problem die Spektroskopie gezeitigt hat, um so deutlicher zu zeigen.

Schon *Herschel* hatte den Standpunkt vertreten, daß ein Teil der scheinbaren Bewegungen der Sterne am Himmel parallaktischer Natur sei, d. h. durch eine Relativbewegung des Sonnensystems gegenüber dem gesamten Fixsternsystem hervorgerufen würde, und es gelang ihm auch ziemlich sicher nachzuweisen, daß die scheinbaren Bewegungen der Sterne eine bevorzugte Richtung aufweisen, als wenn sich das Sonnensystem in Richtung des Sternbildes Herkules bewegte. *Herschels* erste Bestimmung des sog. Apexpunktes in der Nähe des Herkules im Jahre 1783 unter Benutzung von nur 13 Sternen lieferte als Koordinaten dieses Punktes  $\alpha = 262^\circ$ ,  $\delta = +26^\circ$ . Es ist außerordentlich überraschend, daß sich dieses auf so geringes Material basierte Resultat so gut neueren Bestimmungen des Apexpunktes einreicht; *Campbell* erhält z. B.  $\alpha = 272^\circ 0'$ ,  $\delta = +27^\circ 26'$ . Nach *Herschel* wurden von verschiedenen Seiten weitere Bestimmungen dieser wichtigen Größe vorgenommen, so auch von *Bessel* nach einer anderen Methode, die jedoch ein negatives Resultat zeitigte. Bei dem außerordentlichen Gewichte der Stimme *Bessels* kann es nicht wundernehmen, daß sein Resultat den Glauben an *Herschels* Erfolge für lange Zeit erschütterte. Daß damals in der Tat noch so abweichende Ergebnisse möglich waren; lag einerseits in dem Umstande begründet, daß *Bessel* in der von ihm verwandten Methode keine glückliche Wahl getroffen hatte, hauptsächlich aber darin, daß das den damals lebenden Astronomen vorliegende Material an Eigenbewegungen von Fixsternen ganz außerordentlich dürftig war. Alle Eigenbewegungen waren nur durch Vergleich äl-

terer Beobachtungen mit neueren gewonnen und wirklich gute ältere Beobachtungen lagen nur spärlich vor. Bei der außerordentlich großen Entfernung sogar der nächsten Sterne von uns projizieren sich ihre Bewegungen, wenn sie auch manchmal mehrere hundert Kilometer pro Sekunde betragen können, während einiger Jahrzehnte doch nur als kleine Winkeländerungen auf die Himmelskugel. Es waren also eigentlich nur solche Eigenbewegungen bekannt geworden, die zufällig groß waren. Eine solche Apexbestimmung liefert nun aber keineswegs die Bewegung der Sonne durch den Raum aller Fixsterne, sie liefert vielmehr nur die Bewegung der Sonne relativ zu dem der betreffenden Apexbestimmung zugrunde liegenden System von Fixsternen, indem man zugleich voraussetzt, daß die individuellen Bewegungen dieser Sterne nach dem Zufall orientiert sind und nur durch unsere Bewegung relativ zum ganzen System ihre scheinbaren Bewegungen eine Gesetzmäßigkeit erhalten. Eine wirklich zuverlässige Apexbestimmung setzt also voraus, daß der Astronom die Verhältnisse am Himmel wenigstens schon so genau kennt, daß er in der Lage ist, ein solches System von Sternen herauszusuchen, welches als Repräsentantensystem, gewissermaßen als Gerippe, für die ganze Sternwelt gelten kann. Wie man daraus ersieht, hätte das Herausgreifen solcher Sterne mit großen Eigenbewegungen, und zwar nur ganz weniger, zu einer groben Verfälschung des Resultates führen können, wenn zufällig diese Sterne ein System für sich gebildet hätten, dessen Mitglieder sich parallel zueinander durch den Raum bewegen. In alle diese Verhältnisse hat erst die Spektroskopie in wenigen Jahren Klarheit zu bringen vermocht. Da das Dopplerprinzip unmittelbar die Geschwindigkeit des Sternes auf die Sonne hin abzuleiten gestattet, und nicht erst auf ältere Daten zurückgegriffen werden braucht, wie bei den aus Positionsbestimmungen der Sterne gefolgerten Eigenbewegungen, kann man mit Hilfe des Spektrogrammen sofort brauchbares Material gewinnen. Auch sind nähere oder schneller bewegte Sterne nicht ausgezeichnet, soweit sie nicht vielleicht heller sind und darum uns genügend Licht zusenden, um ihre Spektren zu entwerfen und zu vermessen. Jedenfalls hat die spektroskopische Methode durch die außerordentlich zielbewußte und weitschauende Verwendung derselben insbesondere durch *Campbell*, den Verfasser unseres Buches, nicht allein in einigen Jahren so viel Material geliefert, daß neuere Apexbestimmungen auf zahlenmäßig breiter Basis angelegt werden konnten, sondern sie hat auch erst durch den tieferen Einblick in die Struktur des Fixsternsystems, den sie uns beschert hat, dafür Anhalte gegeben, daß das zu den Untersuchungen auserwählte System von Fixsternen wirklich als Repräsentantensystem der Fixsternwelt gelten kann. Durch die Verknüpfung bekannter Eigenbewegungen mit den spektroskopisch gemessenen Geschwindigkeiten im Visionsradius unter



gleichzeitiger Scheidung nach den verschiedenen Spektraltypen hat man ferner wichtige Anhaltspunkte für die Parallaxen der Sterne und ganzer Sterngruppen erhalten und insbesondere haben die Untersuchungen von *Kobold* und *Kapteyn* und anderer das wichtige Resultat gezeitigt, daß die Bewegungen der Sterne selbst nicht nach dem Zufall verteilt sind, sondern zwei Richtungen bevorzugt werden, wie wenn sich zwei Sternströme in der Ebene der Milchstraße durchsetzten. Noch viele weitere merkwürdigen Gesetzmäßigkeiten hat die Diskussion der Beobachtung zutage gefördert, deren Besprechung das 4., 5. und 6. Kapitel des Buches füllen. Hierzu gehört z. B. die Tatsache, daß die Sterne innerhalb einer Spektralklasse in ihrer Gesamtheit eine Relativbewegung zur Sonne aufzuweisen scheinen, wofür wir bisher keine Erklärung wissen, so daß man dazu neigt, die gemessenen Linienverschiebungen nicht als Dopplereffekte anzusprechen; ferner gehört hierzu der merkwürdige Umstand, daß die absolute Geschwindigkeit der Sterne mit fortschreitendem Spektralalter zunimmt. Die Klärung dieser Fragen wird die Astronomie noch viele Jahre beschäftigen.

Sehr eng, wenn auch bis jetzt nicht unmittelbar, mit diesen Fragen über die Translationsbewegungen der Sterne ist die Untersuchung der Bahnbewegungen derer unter ihnen verknüpft, welche Doppelsterne sind (Kap. 7, 8). Schon zu *Herschels* Zeiten wußte man, daß fast alle Sterne, die wir eng nebeneinander am Himmel stehen sehen, nicht zufällig in dieser Weise an die Sphäre nebeneinander projiziert werden, sondern tatsächlich mechanisch miteinander verbunden sind. Das Studium ihrer Bahnbewegungen und das Aufsuchen immer weiterer solcher Systeme hat lange Zeit hindurch das Interesse vieler Astronomen in Anspruch genommen. Eine ganz außerordentliche Erweiterung hat jedoch dieses Gebiet erst wieder durch die Spektroskopie erhalten, als es gelang, aus den periodischen Verschiebungen der Linien vieler Sterne ihre Duplizität auch dann festzustellen, wenn unsere Fernrohre entfernt nicht in der Lage sind, beide Komponenten des Systems zu trennen. Seit der Entdeckung des ersten spektroskopischen Doppelsternes durch *Pickering* im Jahre 1889 sind uns mehrere Hundert solcher Systeme bekannt geworden, deren Verfolgung nicht allein noch viele reizvolle und ungelöste Spezialaufgaben gebracht hat, sondern auch immerfort wichtige Beiträge zu den allgemeinen Strukturgesetzen des Fixsternsystems liefert. Es hat sich z. B. gezeigt, daß die Sterne frühen Spektralcharakters besonders häufig Begleiter haben, und daß die Umlaufzeiten dieser Systeme vorwiegend ganz kurz, von der Größenordnung weniger Tage sind. Mit wachsendem Spektralalter nehmen die Umlaufzeiten stetig zu und zugleich auch die Werte für die Exzentrizitäten der Bahnen. Alle diese Beziehungen zeigen deutlich, wie wichtig das Studium der spektroskopischen Doppelsterne für uns sein wird, wenn wir einen tieferen Einblick in die Ent-

stehungsgesetze des Weltganzen gewinnen wollen, und daß deshalb alle diese Erscheinungen, soweit wie möglich, gemeinsam mit den sonstigen Untersuchungen über die Entfernungen und Bewegungen innerhalb des ganzen Systems verfolgt werden müssen. Bis jetzt sind aber fast alle diese Gesetzmäßigkeiten noch in tiefes Dunkel gehüllt, ja es tauchen sogar wieder ernsthafte Zweifel auf, ob nicht manche der periodisch veränderlichen Linienverschiebungen fälschlich als Bahnbewegungen eines Doppelsternsystems gedeutet werden. In vielen Fällen ist allerdings das Spektrum deutlich in zwei Komponenten zerlegbar, es ist also in solchen Fällen garnicht zu bezweifeln, daß wir es mit einem Doppelsternsystem zu tun haben, dessen Bahnbewegungen die gemessenen Linienverschiebungen hervorrufen, aber bei einer bestimmten Klasse von Sternen, deren Helligkeit zugleich periodischen Schwankungen unterworfen ist, den sogenannten Cepheiden, führt der Versuch, den Lichtwechsel mit der spektroskopisch bestimmten Bahnkurve in Beziehung zu setzen, zu noch ungelösten Rätseln. Bei diesen Sternen läßt sich nämlich die Lichtkurve nicht einfach durch die Annahme mechanisch deuten, daß sich die Komponenten des Doppelsternsystems bei jedem Umlauf eine Zeitlang gegenseitig beschatten und dadurch einen Teil ihres Lichtes selbst abschirmen. Man ist infolgedessen nicht in der Lage, für die bei den Cepheiden beobachteten Vorgänge spektroskopischer und photometrischer Natur ein plausibles mechanisches Modell zu finden. In diesen Fragen wird erst die Vertiefung der verschiedenen Beobachtungsergebnisse Klarheit schaffen. Hier ist viel zu hoffen, seitdem durch die Verwendung photoelektrischer Methoden in der Photometrie durch *Guthnick* und andere auch diese Disziplin so außerordentlich fortgeschritten ist. Allerdings sind das erst Fortschritte der allerletzten Jahre, auf die *Campbell* in seinem Buch noch nicht eingehen konnte, und die erst noch fruchtbar gemacht werden müssen. Ob dabei die deutsche Astronomie einen wesentlichen Anteil an diesen Fortschritten haben wird, hängt allerdings davon ab, ob man diesen Zweigen der Astronomie ein solches Interesse zuwenden wird, wie es ihrer tatsächlichen Bedeutung für unsere Erforschung der Gesetze der Sternenwelt entspricht. In der glücklichen Verknüpfung der alten Methoden der Astrometrie mit den neuen Methoden der Spektroskopie und Photometrie liegt der Schlüssel zu den Erfolgen der amerikanischen Sternwarten unter *Campbell*, *Pickering* und anderen während der letzten Jahre.

## Das Bedürfnis nach einer Einheitshärteskala in der Röntgentechnik.

Von Privatdozent Dr. P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

I. Wenn wir von den Zeiten sprechen hören, da unsere Grundmaße noch nicht in der heute üb-

lichen einfachen Weise festgesetzt waren, da für Gewicht und Länge nicht nur jedes Land seine eigene Einheit hatte, sondern auch in ein und demselben Land verschiedene Einheiten nebeneinander gleichberechtigt waren, dann haben wir im stolzen Bewußtsein unseres Fortgeschritten-seins für jene Zustände nur ein mitleidiges Lächeln. Wissen wir doch, daß heute das Dezimalsystem international anerkannt ist und daß außerdem in Deutschland der Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen auf allen Gebieten der Physik die weitgehendste Einheitlichkeit erstrebt und zum Teil bereits erreicht hat. Und trotzdem gibt es heute noch in einem wichtigen Zweige der allgemeinen Elektrotechnik, derselben Elektrotechnik, die durch die segensreiche Tätigkeit des „Verbandes Deutscher Elektrotechniker“ für die Normalisierung aller vorkommenden Größen außerordentlich segensreich gewirkt hat, ein Gebiet, in welchem die für die Praxis wichtigste Einheit nach 9 und mehr verschiedenen Skalen gemessen wird, die nicht das geringste miteinander zu tun haben und daher nur mit größter Mühe zu vergleichen sind, und deren Zahl fast noch mit jedem Jahr zunimmt.

Dieses Gebiet ist die *Röntgentechnik* mit ihren Skalen, in deren Einheiten man die *Härte der Röntgenstrahlen* mißt.

Dieser bemerkenswerte Zustand findet bis zu einem gewissen Grade seine Erklärung in den eigenartigen Lebensbedingungen der praktischen Röntgentechnik. Während alle anderen Zweige der Elektrotechnik ihre Erzeugnisse an Abnehmer liefern, die selbst elektrotechnisch durchgebildet sind und die daher die Güte der Waren als Fachleute beurteilen können, liefern die röntgentechnischen Fabriken dem *Arzt* die Apparate, also einem Abnehmer, der wohl von der medizinischen Seite der Röntgentechnik unterrichtet ist, der aber über ihr physikalisches und elektrotechnisches Wesen naturgemäß eine eingehende Kenntnis nicht haben kann. Die anpreisende Firma ist daher gezwungen, ihrer Kundschaft die Bedeutung technischer Fortschritte u. dergl. in einer recht oberflächlichen, populärwissenschaftlichen Sprache klarzumachen. Diese Sachlage hat ihre Wirkung bis in die röntgentechnische Buchliteratur ausgedehnt und „Lehrbücher der Röntgentechnik“ entstehen lassen, die in ihrem physikalisch-technischen Teil *sehr* elementar gehalten sind.

Während so auf der einen Seite der *Ingenieur* als Lieferant, auf der anderen Seite der *Arzt* als Abnehmer steht, ist unter den Ingenieuren eine Gegnerschaft entstanden, die dazu geführt hat, daß eine Anerkennung der technischen Verdienste anderer recht selten ist. Dies geht sogar so weit, daß die einzelnen Lehrbücher der Röntgentechnik, die in der Literatur vorhanden sind und deren technischer Teil von hervorragenden Ingenieuren verfaßt ist, sich direkt in den Dienst der einzelnen

Firmen stellen und überwiegend die Erzeugnisse dieser Firmen besprechen.

Naturgemäß gilt dies nicht vollkommen uneingeschränkt. Vielmehr macht sich gerade in der letzten Zeit hier und da eine größere Objektivität geltend, die auch die Anerkennung der Verdienste anderer zur Folge hat. Im ganzen betrachtet, ist die obige Schilderung aber zutreffend und hier deswegen gegeben, weil sie den Schlüssel für das eigenartige Nebeneinanderbestehen der verschiedenen Härtemaßeinheiten gibt; denn jede Firma hat an der von ihr in den Handel gebrachten Skala das größte Interesse und steht einer Normalisierung, soweit nicht ihre Skala als Normalskala bestimmt würde, ablehnend gegenüber.

Bezüglich der Angaben der Röntgenstrahlenhärte findet man daher in der Literatur ein derartiges Durcheinander, daß es unmöglich ist, sie zu verstehen, ohne dauernd ein Blatt zur Hand zu haben, auf dem, wie in Fig. 1, die einzelnen Härteskalen so nebeneinander angeordnet sind, daß man sie miteinander vergleichen kann. Was würde der moderne Maschinen-Ingenieur sagen, wenn wir 9 verschiedene, in gar keiner Beziehung zueinander stehende Längenmaße hätten und wenn ihm von der einen Seite eine Angabe in Einheiten der ersten, von der zweiten in Einheiten der zweiten und von der neunten Seite in Einheiten der neunten Skala gemacht würde?

II. Mehrere physikalische Prinzipien können zur Messung der Härte einer Röntgenröhre herangezogen werden. Von *Krönke* und anderen ist nachgewiesen, daß für eine mit hochgespanntem Gleichstrom betriebene Röntgenröhre die elektrische *Spannung*, die an der Röhre liegt, zu der Röhrenhärte in eindeutiger Beziehung steht. Ob das gleiche bei dem in der Praxis üblichen Betriebszustand der Fall ist, bei dem einzelne kurze Stromstöße durch die Röhre gehen, ist nicht ohne weiteres sicher, erscheint aber wahrscheinlich. Jedenfalls gründen sich darauf die Methoden, die eine Härtebestimmung durch eine Spannungsmessung zu erreichen suchen.

Die einfachste Methode dieser Art benutzt eine Funkenstrecke. Sie wird parallel zur Röntgenröhre geschaltet und bei der Messung so lange verkürzt, bis statt des Stromdurchganges durch die Röntgenröhre ein Funkenübergang einsetzt. Die Länge der Funkenstrecke ist dann ein Maß für die Röhrenhärte, und zwar entspricht einer längeren Funkenstrecke eine größere Härte. Die Funkenstrecke vermag dort brauchbare Dienste zu leisten, wo es sich um statische Vorgänge handelt. Wenn aber dynamische Vorgänge in Betracht kommen, ist sie mit der größten Vorsicht zu behandeln und kann nur als ein sehr rohes und rein qualitatives Meßinstrument betrachtet werden.

Auch das *Klingelfußsche Sklerometer* beruht auf einer Spannungsmessung. Klingelfuß bringt auf seinem Induktor eine besondere Meßwicklung an, deren Enden mit einem Voltmeter verbunden

werden. Die in dieser Meßwicklung induzierte elektromotorische Kraft ist der Spannung an der Röhre (mit gewissen Einschränkungen) proportional und der Ausschlag des Voltmeters daher ein Maß für die Härte der Röntgenröhre.

H. Bauer verwendet in seinem *Qualimeter* gleichfalls eine Spannungsbestimmung zur Härtemessung. Ein statisches, isoliert aufgestelltes Elektrometer wird mit einem Pol an die Kathode der Röntgenröhre angeschlossen. Die Ausschläge des Elektrometers sind, wenn man bei ein und demselben Röntgeninstrumentarium bleibt, zur Bestimmung der Härte einer Röhre brauchbar.

Eine zweite Gruppe von Härtemessern benutzt die Eigenschaften der Röntgenstrahlen selbst zur Härtebestimmung. Sehr harte Röntgenstrahlen vermögen einen Körper mehr zu durchdringen als sehr weiche Strahlen. Walter ordnete so in einem Bleiblech, in welchem eine Anzahl Löcher ausgestanzt waren, Platinbleche von steigender Dicke, Beez gleich dicke Scheiben verschiedener Substanzen an. Hinter dem Bleiblech ist ein Baryumplatincyanschirm angebracht, der unter der Einwirkung der Röntgenstrahlen aufleuchtet. Man zählt die Anzahl der hellen Löcher. Trotzdem diese Methoden an dem prinzipiellen Fehler leiden, daß ihre Angaben nicht nur von der Härte, sondern auch von der Intensität der Strahlen abhängen, erfreuen sie sich in der Praxis einer großen Beliebtheit.

Der Grundgedanke, der in dieser Meßmethode liegt, wurde in einwandfreier Weise ausgenutzt, als man die Tatsache heranzog, daß Silber die Eigenschaft hat, harte und weiche Strahlen in fast gleicher Weise zu absorbieren. Die Messung wurde dann in der Weise ausgeführt, daß man neben ein Silberblech Aluminiumstücke verschiedener Dicke legte und auf dem Leuchtschirm bestimmte, an welcher Stelle die durch das Silber gehenden Röntgenstrahlen die gleiche Helligkeit erzeugten, wie die durch das Aluminium gehende Strahlung. In der *Benoistschen* Anordnung liegt um ein kreisrundes Silberblech eine Treppe von Aluminium, deren Stufendicken je um 1 mm zunehmen; bei dem Härtemesser nach *Benoist-Walter* sind die Dicken der Aluminiumschichten anders gewählt und bei dem Härtemesser nach *Wehnelt* ist die Aluminiumtreppe durch einen Aluminiumkeil ersetzt.

Auf der verschiedenen Durchdringungsfähigkeit verschieden harter Röntgenstrahlen beruht auch die Härtemessung mit dem *Universal-Jonometer* von *Siemens & Halske*, nur wird dabei die durch die Röntgenstrahlen erzeugte Ionisierung zur Messung benutzt, und zwar in der Weise, daß die Röntgenstrahlen eine durch eine Absorptionsplatte in zwei Teile geteilte Ionisierungskammer durchlaufen, und daß die Ionisierung vor und hinter der Absorptionsplatte gemessen wird. Das Verhältnis der in beiden Räumen gemessenen Intensitäten gibt die Strahlenhärte, die an einem Zeigerinstrument abzulesen ist.

Christen hat in die Röntgentechnik den Begriff der *Halbwertschicht* eingeführt. Er benutzt

in seinem Härtemesser ein Bleisieb, das so konstruiert ist, daß die Flächensumme des stehengebliebenen Siebmateriels gleich der Flächensumme der Sieblöcher ist. Neben dieses Bleisieb setzt er eine Bakelittreppe (er benutzt Bakelit deswegen, weil er dasselbe Absorptionsvermögen wie Wasser besitzt und weil Wasser in der Physik die Substanz ist, auf die der größte Teil der Einheiten bezogen wird) und vergleicht, an welcher Stufe der Bakelittreppe auf einem dahinter befindlichen Leuchtschirm die gleiche Helligkeit erzeugt wird, wie hinter dem Bleisieb.

Jede dieser Meßmethoden, deren Zahl noch um einige vermehrt werden könnte, die in die Praxis keine Aufnahme gefunden haben, benutzt eine andere Skala, die zum Teil ganz willkürlich gewählt ist oder sich aus dem benutzten Prinzip ergibt (siehe Fig. 1) <sup>1)</sup>.

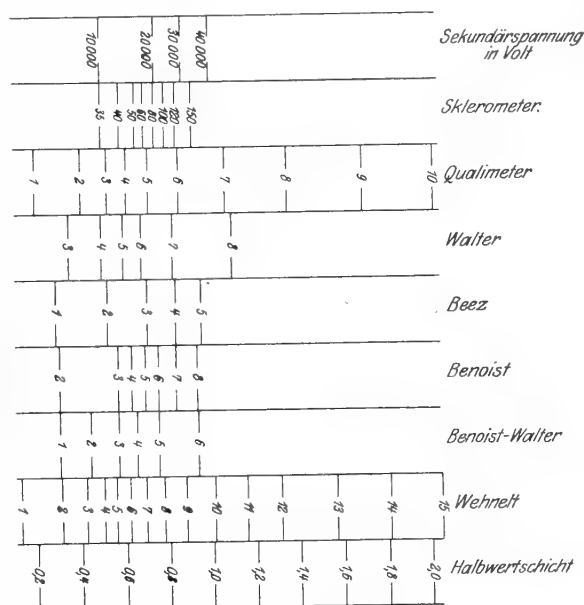


Fig. 1.

III. Bei Beurteilung der Sachlage hat man zwischen zwei verschiedenen Begriffen zu unterscheiden, die häufig nicht streng auseinander gehalten sind, deren genaue Unterscheidung aber das ganze Problem wesentlich vereinfacht; nämlich zwischen der *Meßmethode* und der *Skala*. Ein Vergleich mit der Thermometrie zeigt ohne weiteres den wichtigen Unterschied. Man kann Temperaturen mit Hilfe der Ausdehnung von (festen, flüssigen oder gasförmigen) Körpern messen oder auch durch die Bestimmung der elektromotorischen Kraft eines Thermoelementes. Jede der beiden Wege kennzeichnet eine andere *Meßmethode*. Aber trotzdem

<sup>1)</sup> Diese Figur ist nach Angaben von Christen bezeichnet, der sich um die strenge Durchforschung der Meßtechnik des Röntgenwesens große Verdienste erworben hat; siehe besonders: Th. Christen, Messung und Dosierung der Röntgenstrahlen. Gräfe & Sillem, Hamburg 1913.

ist *dadurch* eine Einheitlichkeit gewahrt, daß man in beiden Fällen dieselbe Skala benutzt, also jeder Temperatur eine bestimmte Zahl zuordnet. Das war bekanntlich nicht immer in der einfachen Weise durchgeführt wie heute. Es ist noch nicht langeher, daß neben der Celsiusskala die Skalen nach Fahrenheit und besonders die nach Réaumur allgemein angewendet wurden; ja wir finden auf den meisten der im gewöhnlichen Leben gebrauchten Thermometer neben der Celsiusskala noch heute die Réaumurskala. Auch auf dem Gebiete der Thermometrie lagen daher einst die Verhältnisse ganz ähnlich wie heute in der Röntgentechnik, nur mit dem Unterschied, daß in der letzteren das Durcheinander noch erheblich größer ist.

Das Streben nach Einheitlichkeit in der Röntgentechnik hat sich nun nicht das Ziel zu setzen, eine der Meßmethoden als Normalmethode anzuerkennen, sondern muß darauf gerichtet sein, eine *Einheitsskala* einzuführen. Wie in der Thermometrie die Messung der Temperatur durch Ausdehnung neben der durch Thermokräfte einhergeht und sie zum Teil ergänzt, so können auch die verschiedenen Meßmethoden der Röntgentechnik, sofern sie auf richtigen physikalischen Grundsätzen beruhen, friedlich nebeneinander leben, wenn sie alle mit derselben Skala arbeiten.

Daß sich die Skala aus der Meßmethode direkt ergibt, ist meist nicht der Fall. So auch nicht in der Thermometrie. Da ist bei der Celsiusskala als Nullpunkt der Schmelzpunkt des Eises, als 100-Punkt der Siedepunkt des Wassers willkürlich angenommen und das Intervall in 100 Teile geteilt. Das hat weder mit der Ausdehnungsmeßmethode noch mit den Eigenschaften des Thermoelementes etwas zu tun. Ähnlich ist es bei den meisten Härtemeßmethoden. Wenn trotzdem einige der Skalen für sich in Anspruch nehmen, „absolute Skalen“ zu sein, so geschieht das meist in der Meinung, daß ihre Skala sich aus der Meßmethode ohne weiteres ergebe oder sich auf ähnlich einfache Annahmen gründe, wie die Celsiusskala in der Thermometrie, und daher größere Berechtigung als die anderen habe.

IV. Der Streit um die „absolute Skala“ ist sehr heftig, trotzdem sie sich aus der physikalischen Natur der Röntgenstrahlen ohne weiteres ergibt. Die letzten Jahre haben uns den wichtigen Beweis gebracht, daß die Röntgenstrahlen elektromagnetische Wellen sind und daß die Reihe dieser Strahlen die Wellen der drahtlosen Telegraphie, die Hertzschen Wellen, die Wärmestrahlen, die ultraroten, sichtbaren und ultravioletten Lichtstrahlen, die Röntgenstrahlen und die Gammastrahlen des Radiums umfaßt, die alle physikalisch wesensgleich sind und sich nur durch die Größe der Wellenlänge unterscheiden. Da demnach Röntgenstrahlen Lichtstrahlen kurzer Wellenlänge sind, so sieht man die Frage der Härteskala in ganz besonderem Lichte, wenn man sich dieselbe Fragestellung, die die Meßtechnik der Röntgenstrahlen stellt, in das Gebiet des sichtbaren Lichtes

überträgt. Dazu wollen wir annehmen, daß wir nicht fähig wären, mit unseren Augen die Farbe des Lichtes zu unterscheiden, sondern daß wir nur erkennen könnten, ob Licht vorhanden ist oder nicht, wollen uns also in die Rolle eines absolut Farbenblinden versetzen. Wir würden dann auf Grund gewisser Erscheinungen im physikalischen Laboratorium erkannt haben, daß Licht durch verschiedene Stoffe in verschiedenem Maße absorbiert wird, und würden daraus geschlossen haben, daß es verschieden durchdringungsfähiges, verschieden „hartes“ Licht gibt. Da wir kein anderes Kriterium für diese verschiedenen Eigenschaften der Lichtsorten haben würden, so hätten wir auf die Durchdringungsfähigkeit der Strahlen eine Meßmethode gegründet.

So ist es bei den Röntgenstrahlen gewesen. Heute wissen wir aber, daß sich wie in der Optik verschieden farbiges Licht, so auch verschieden harte Röntgenstrahlen durch ihre *Wellenlänge* unterscheiden, und zwar in dem Sinne, daß mit abnehmender Wellenlänge die Röntgenstrahlen härter werden. Und wie wir im Gebiet des sichtbaren Lichtes die Farbe des Lichtes mit seiner Wellenlänge kennzeichnen, so ist die absolute Härteskala der Röntgenstrahlen die Skala der Wellenlängen.

Es fragt sich nun: Soll man auch in der praktischen Röntgentechnik die Härte einer Röntgenröhre in Wellenlängen angeben. Das hängt mit den Eigenschaften der von einer Röntgenröhre ausgehenden Strahlung zusammen. Sie ist in ihrer Wellenlängenzusammensetzung sehr komplex. Auch im Gebiete des sichtbaren Lichtes ist es nicht der Fall, daß das im täglichen Leben — im Gegensatz zum wissenschaftlichen physikalischen Laboratorium — benutzte Licht nur eine einzige Wellenlänge enthält. Die Bogenlampen z. B., deren Kohlen mit einer bestimmten Salzsorte getränkt sind, geben ein Licht, welches rötlich, gelblich oder grünlich erscheint. Hier ist neben dem weißen Licht ein bestimmtes, aber ziemlich ausgedehntes Gebiet des Spektrums besonders vertreten und verleiht dem Licht seine Farbe. Ähnlich bei einer Röntgenröhre. Wie bei der Bogenlampe die Farbe des Lichtes durch Salzzusatz, so wird bei der Röntgenröhre die „Farbe“ (Härte) der Röntgenstrahlen durch den Luftverdünnungsgrad und das Material der Antikathode bedingt, so daß neben einem schwachen „weißen Licht“ ein bestimmtes Spektralgebiet besonders vertreten ist; und dieses *ausgedehnte, in seinen Grenzen schwer bestimmbare* Spektralgebiet verleiht der Röhre ihre Härte.

Demnach ist es schwer, die Härte einer Röntgenröhre in Wellenlängen anzugeben, besonders schwer auch deswegen, weil wir heute noch nicht so genau in der Röntgenspektrometrie zu Hause sind wie in der Spektrometrie des sichtbaren Lichtes.

Wir wollen daher auch nicht die Wellenlängenskala für die Praxis der Röntgentechnik als besonders geeignet empfehlen, ebenso wie wir davon

absehen, eine der anderen Skalen auszuwählen, wenn wir auch nicht verkennen, daß einige Skalen vor den anderen ein Recht auf Bevorzugung zu haben scheinen. Welche von den vielen möglichen Skalen gewählt wird, ist nicht so wichtig, als daß wirklich eine gewählt wird. Zur Erreichung dieses Zieles würde sich der Weg wohl als gangbar erweisen, daß man eine Kommission von Physikern wählt, deren Mitglieder an der Entwicklung der *Physik der Röntgenstrahlen* hervorragend beteiligt sind, und ihnen die Wahl der Einheitsskala überträgt.

Wenn dieses Ziel erreicht ist, dann wird man noch an eine andere Aufgabe gehen müssen. Denn nicht nur in der Härtebestimmung herrscht das geschilderte Durcheinander. Fast noch schlimmer ist es bei der Frage nach der Dosierung der Röntgenstrahlen. Auch hier haben wir eine Fülle von Meßmethoden und eine entsprechende Anzahl von Meßskalen und auch hier ist eine Normalisierung dringend erforderlich. Aber diese wird noch schwerer zu erreichen sein als bei der Härtebestimmung, weil hier neben physikalischen auch medizinische Gesichtspunkte eine Rolle spielen.

## Die Bildungsstärke der grünen Blätter und ihre Nutzbarmachung<sup>1)</sup>.

Von Prof. Dr. F. W. Neger, Tharandt.

Stärke und Zucker, die den Verbrennungs- (Atmungs-) Prozeß aller Lebewesen unterhaltenen Stoffe und unentbehrlichen Bausteine aller höheren organischen Verbindungen (Eiweißkörper), beziehen wir z. Z. fast ausschließlich aus solchen Organen der Pflanzen, in welchen diese Stoffe in größerer Menge angehäuft sind, z. B. aus Knollen, Wurzeln, Samen, Stammteilen usw., also aus sog. Reservestoffbehältern. Wenig oder garnicht nutzen wir die Kohlehydrate aus, die sich an den Stätten ihrer Bildung, nämlich in den grünen Blättern finden. Angesichts der erhöhten Ansprüche, die in diesem Jahr an die deutsche Bodenkultur gestellt werden, verdient die Frage, ob nicht auch die Bildungsstärke der grünen Blätter als Nahrungsmittel für Menschen und Tiere herangezogen werden könnte, nähere Prüfung. Es mögen dabei folgende Gesichtspunkte zugrunde gelegt werden:

1. Wie groß ist der Gehalt der grünen Blätter?
2. Wann (zu welchen Tages- und Jahreszeiten) ist er am größten?
3. Wie wäre eine Gewinnung bzw. Nutzbarmachung der Bildungsstärke durchführbar?

Was die erste Frage anlangt, so ist die Fähigkeit kräftig zu assimilieren und Stärke in den

<sup>1)</sup> Eine ausführliche Behandlung der Frage mit genauen Zahlenbelegen, Angabe der Versuchsanstellung erscheint gleichzeitig unter dem Titel: „Die Stärkeökonomie der grünen Pflanze“ in der *Naturw. Zeitschrift f. Forst- und Landwirtschaft*, herausgegeb. von Prof. Dr. Freih. von Tubauf, München.

Blättern anzuhäufen nicht allen Pflanzen in gleichem Maß gegeben. Nach O. Meyer (*Bot. Ztg.* 1885) sind die Blätter der Solanaceen und Papilionaceen am stärkereichsten, während selbst sehr chlorophyllreiche Pflanzen (wie Spinat) oft beträchtlich weniger Stärke speichern. Übrigens haben, wie Stahl (Sinn der Mykorrhizenbildung, 1900) fand, viele Pflanzen — namentlich die meisten Monocotylen — die Gewohnheit, nicht Stärke, sondern Zucker in ihren Blättern zu speichern. Um eine Vorstellung zu geben, in welchen Werten sich die Speicherung von Assimilaten (Stärke bzw. Zucker) der grünen Blätter bewegt sowie welchen Verlauf sie im Laufe eines Tages nimmt, seien einige Zahlenangaben einer Untersuchung von Müller (*Pringsheims Jahrb. wiss. Bot.* 1904) entnommen:

Die Stärkebildung pro Quadratmeter Blattfläche betrug bei

	<i>Verbascum nigrum</i>	<i>Petasites officinalis</i>	<i>Rumex- alpestris</i>	<i>Helian- thus annuus</i>
um 10 Uhr Nm.	1,167 g	1,000 g	2,956 g	1,333 g
12 Uhr Mtg	5,667 „	6,333 „	4,533 „	5,467 „
2 Uhr Nm	4,333 „	9,144 „	6,400 „	8,111 „
4 Uhr Nm.	2,667 „	10,111 „	6,800 „	9,556 „
6 Uhr Nm.	3,000 „	8,000 „	7,867 „	11,333 „

Diese Zahlenreihen zeigen, daß das Maximum der Stärkebildung in der Regel am Nachmittag oder Abend erreicht wird, ferner, daß sie bei manchen Pflanzen nicht unbeträchtliche Werte aufweist. Natürlich richtet sich der Wert der Assimilationsgröße sehr nach den durch die Jahreszeit bestimmten äußeren Bedingungen; so fanden sich bei einem Garten-Pelargonium folgende Beträge als Assimilationstagesleistung:

29. IV	7,5 g	} pro 1 qm Blattfläche.
2. V	6,4 g	
11. V	17,2 g	

Es ist nun wohl zu beachten, daß, wie schon die Zahlen bei *Verbascum nigrum* erkennen lassen, unter Umständen eine schnelle Abnahme des Stärkegehaltes der Blätter eintreten kann. Am größten ist diese, trotz lebhafter Assimilationsfähigkeit, bei heißem Wetter. Dann kann es vorkommen, daß in den Blättern größere Mengen von Stärke überhaupt nicht abgelagert werden, sondern die Bildungsstärke sofort nach der Achse (Wurzel usw.) abwandert. Diese fortwährende Abwanderung der Stärke aus den Blättern (nach der Achse) ist der Grund, warum die Stärkeanhäufung kaum jemals in der Natur den maximalen (möglichen) Wert erreicht. Müller (l. c.) fand, daß, wenn die Abwanderung der Assimilate nach der Achse verhindert wird<sup>1)</sup>, der maximale Wert der Assimilationsleistung (bei *Helianthus annuus*)

<sup>1)</sup> Dies kann dadurch erreicht werden, daß abgeschnittene mit dem Blattstiel in Wasser eintauchende Blätter günstigen Assimilationsbedingungen ausgesetzt werden.



etwa 100 % des ursprünglichen Trockengewichts beträgt (d. h. ein Blatt von 2 g Trockengewicht würde ca. 2 g Stärke speichern).

Jedenfalls können wir aber die zweite oben gestellte Frage in folgendem Sinne beantworten: Der Stärkegehalt der Blätter ist (bei den meisten Pflanzen) am Spätnachmittag am größten und erreicht ansehnliche Werte nur bei nicht zu warmem Wetter, während bei hohen Temperaturen die Abwanderung der Stärke sehr ins Gewicht fällt.

Die dritte, praktisch wichtigste Frage bereitet einer gewissenhaften Beantwortung die größten Schwierigkeiten, weil hierfür zunächst die durch Versuche gestützten Unterlagen fehlen.

Die Ernte von Gemüse, Salat und dergl. für den Hausgebrauch ist zweifellos am rentabelsten am Spätnachmittag, wenn der Stärkegehalt am größten ist. Anders liegen die Verhältnisse im Großbetrieb (in Handelsgärtnereien). Wenn Gemüse wie Spinat und dergl. am Abend geschnitten werden, um am nächsten Morgen auf den Markt gebracht zu werden, so besteht die Möglichkeit, daß bis zum Verkauf eine Abwanderung der Assimilate aus den Blättern in die Achsenteile erfolgt (letztere werden dadurch verhältnismäßig reich an wertvollen Bestandteilen). Werden die Blätter noch am Abend von den Achsenteilen getrennt, so ist diese Abwanderung unmöglich und die Kohlenhydrate bleiben den Blättern erhalten. Die Stärke allerdings wird auch in diesem Fall — wie ich nachweisen konnte — in Zucker umgewandelt. Denn die Blätter aller Pflanzen enthalten ein diastatisches Ferment, welches Stärke in Zucker umwandelt. Daher kommt es, daß Blätter, die am Abend kurz nach dem Abschneiden noch eine deutliche Stärkereaktion (Jodprobe) gaben, am Morgen des folgenden Tages stärkefrei erscheinen. Die Stärke ist im Lauf der Nacht in Zucker umgewandelt worden. Merkwürdigerweise scheint diese Fermentwirkung in inniger Beziehung zur Atmung zu stehen; denn in einer Gasatmosphäre, welche die Atmung nicht unterhält (Kohlensäure, Wasserstoff), unterbleibt die Umwandlung, wird aber sofort nachgeholt, wenn die Möglichkeit zur Atmung wiedergegeben ist (allerdings nur, wenn durch das die Atmung hindernde Gas nicht eine dauernde Schädigung der Blattzellen eingetreten ist).

All dies gilt nur für Blätter von krautiger Beschaffenheit (d. h. für sommergrüne Blätter). Bei immergrünen (lederartigen) Blättern liegen die Verhältnisse ganz anders. Hier finden sehr bedeutende Anhäufungen von Bildungsstärke in den Blättern statt. So fand ich bei *Evonymus japonica* einen Stärkegehalt (pro 1 qm Blattfläche) von 44,6 g. Dies ist aber in der Regel nicht die Assimilationsleistung eines, sondern mehrerer Tage. Denn auch die Stärkeableitung (aus den Blättern in die Achse) verläuft hier ganz anders, d. h. sehr viel langsamer. Zu einer vollkommenen

Entstärkung sind mehrere Tage nötig. Demgemäß findet auch die Umwandlung von Stärke in Zucker in abgeschnittenen Blättern viel langsamer statt; kurz gesagt, die Beweglichkeit der Stärke ist in immergrünen Blättern viel geringer als in den sommergrünen, und daher kommt auch die Anhäufung beträchtlicher Mengen von Stärke in dieser Art von Blättern. Auch die Nadeln unserer Nadelhölzer (bes. der Fichte) enthalten zu gewissen Jahreszeiten — besonders im Herbst und Frühling — außerordentlich große Mengen von Stärke (in stabilem Zustand). Wenn es gelänge, ein Verfahren zu finden, diese Stärke zu gewinnen oder wenigstens in irgend einer Weise nutzbar zu machen, so wäre dies sehr zu begrüßen!

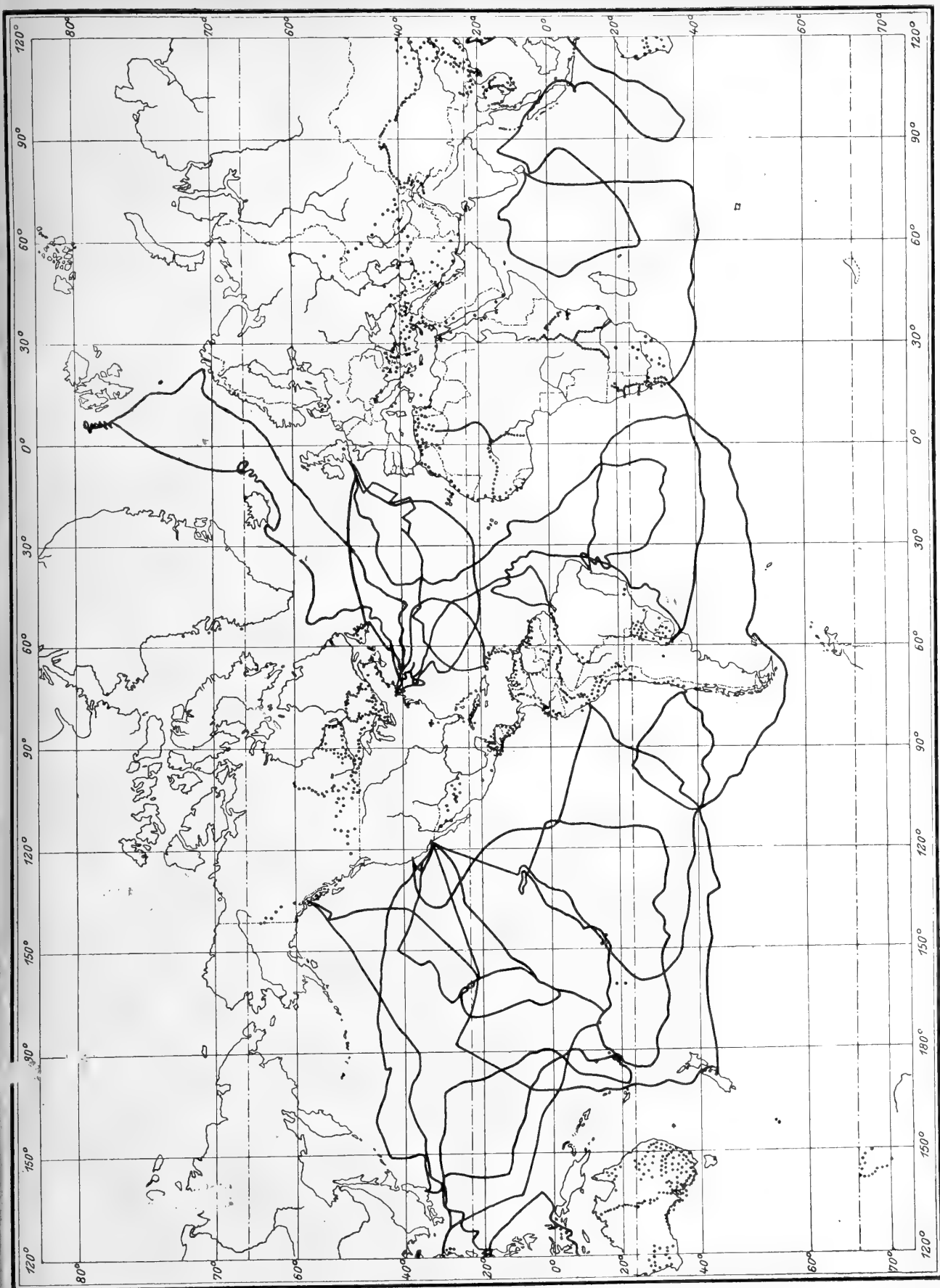
### Neuere Arbeiten der Carnegie-Institution an der magnetischen Aufnahme der Erde.

Von Dr. A. Nippoldt, Potsdam.

In der Nummer 27 der *Naturwissenschaften* vom 4. Juli 1913 brachten wir einen allgemeinen Bericht über die Arbeiten, welche die erdmagnetische Abteilung der Carnegie-Institution bis dahin in Angriff genommen hatte. Wie aus dem jetzt vorliegenden Jahresbericht für 1914 zu ersehen ist, haben dieselben eine bedeutende Ergänzung erfahren, so daß ich auf besonderen Wunsch hin meinen damaligen Bericht noch vervollständigen möchte.

Es ist nämlich inzwischen, noch innerhalb des Distrikts von Columbien, aber weit entfernt von jedem störenden Einfluß, mitten in freier Natur ein Gebiet erworben worden, auf dem sich nun eine Anzahl von Gebäuden erhebt, die seinen Zwecken gewidmet sind. Das größte dient als Verwaltungssitz, zugleich aber auch enthält es Arbeitsräume, Bücherei, Archiv, physikalische Laboratorien und Werkstätten. Drei andere Baulichkeiten dienen den erdmagnetischen und erdelektrischen Studien, vor allem den Messungen, die die Haupttätigkeit des Instituts ausmachen.

Als erste Früchte der neuen Arbeitsmöglichkeit bringt der Jahresbericht Mitteilungen über eine recht bedeutende Anzahl von theoretischen Studien sowie solche instrumenteller Natur. So befaßt sich L. A. Bauer selbst mit kritischen Prüfungen über die Ergänzung der seither fast ausschließlich benutzten rein magnetischen Methoden erdmagnetischer Messungen durch elektrische. Er stellt fest, daß zwar die magnetischen schon ausreichend genau sind, daß aber die elektrischen versprechen, rascher zum Ziel zu führen, was für Vermessungsreisen schwer ins Gewicht fällt. — Eine andere Studie des Direktors enthält eine geistreiche Idee, lediglich aus den Beobachtungen, an einem Ort eine Größe zu gewinnen, die ein, wenn auch rohes Maß für den magnetischen Augenblickszustand der ganzen Erde abgibt. Er nennt sie „lokale magnetische Konstante“; in der Hand eines Mannes, der ihre Leistungsfähigkeit genau kennt, verspricht sie in der Tat ein gutes Hilfsmittel bei allen Forschungen nach dem Zusammenhang der erdmagnetischen Veränderungen und der Sonnentätigkeit zu werden. Weiterhin bringt W. F. G. Swan eine Untersuchung über die Veränderung der spezifischen Magnetisierung eines Körpers in der



Nähe des Curieschen Punkts; sie bereitet offenbar spätere Studien über die magnetischen Verhältnisse in jenen Erdtiefen vor, deren Temperaturen in der Nähe des kritischen Punkts liegen. — Die übrigen Arbeiten befassen sich mit luftelektrischen Fragen, namentlich kritisch-instrumenteller Natur, und haben die Erkenntnis wesentlich vertieft. Sehr wichtig sind auch die praktischen Arbeiten in der Werkstatt; die Institution kann sich jetzt alle Instrumente selbst herstellen.

Währenddessen schreitet die magnetische Vermessung der Erde rüstig weiter fort. Um ein Bild des augenblicklichen Stands zu geben, bringen wir hier eine Übersichtskarte. Die vollen Kurven, welche die Weltmeere durchziehen, zeigen die Wege der schwimmenden magnetischen Observatorien „Galilee“ und „Carnegie“ von 1905—1914, die Punkte stellen die Landstationen dar. Zur Beurteilung der Gesamtleistung muß man bedenken, daß das Erdbild in Merkatorprojektion gegeben ist, die Flächen also um so mehr vergrößert, je näher sie den Polen zu liegen. So machen die Polarkappen in Wahrheit einen viel kleineren Anteil der Erdoberfläche aus, als es hier im Bild erscheint. Das Jahr 1914 trug aber die „Carnegie“ schon in die nördlichen Polargegenden tief hinein, wie die Karte zeigt; ferner findet man unter 150° westlicher Länge bei 70° südlicher Breite eine Anzahl Messungen, die mit Unterstützung der Carnegie-Institution von der englischen Südpolarexpedition angestellt worden sind. Weitere Expeditionen sind geplant, auch darf nicht vergessen werden, daß alle die zahlreichen Messungen früherer Polarreisen mit verwertet werden.

L. A. Bauer gratuliert sich in seinem Bericht dazu, daß er mit dem Hauptteil seiner Aufgabe vor dem großen Krieg fertig geworden ist, und auch wir dürfen uns dessen freuen, denn das Department Terrestrial Magnetism der Carnegie-Institution ist von seinem Leiter als ein internationales Institut gegründet und in einer Weise neutral geleitet worden, die den Forscher jeder Nationalität befriedigen muß. Die Aufgabe des Instituts, eine magnetische Vermessung der ganzen Erde durchzuführen, ist ein typisches Beispiel für die *Internationalität des Wissens*; der Geist, mit dem die Aufgabe angegriffen und bemeistert wird, ist ein ebenso eindringliches Beispiel für die *Nationalität in der Art zu forschen*. Es sind die besten Formen des amerikanischen Naturells, die sich hier äußern: Klarheit über das Ziel, Klarheit über den Weg, Zweckmäßigkeit in der Verwendung der Mittel und Menschen.

## Besprechungen.

Philippson, A., *Das Mittelmeergebiet, seine geographische Lage und kulturelle Eigenart*. 3. Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. IX, 256 S., 9 Figuren im Text, 13 Ansichten und 10 Karten auf 15 Tafeln. Preis geh. M. 6.—, geb. M. 7.—.

Gerade zur rechten Zeit, in einem Augenblick, wo die Mittelmeerländer im Vordergrund des politischen und allgemeinen Interesses stehen, erscheint das vorstehend genannte Buch in dritter verbesserter Auflage. Die einfache Sprache, die klare und übersichtliche Darstellungsweise machen das Buch auch für den Laien leicht verständlich, so daß man sich hier mit Vorteil über die geographischen Grundlagen des heute so viel genannten Mittelmeerproblems unterrichten kann. Inhaltlich gliedert sich das Buch in 9 Kapitel, von denen

das erste die Weltlage, Bau und Entstehungsgeschichte in ihrem Einfluß auf die Oberflächengestalt behandelt. Das ganze Mittelmeergebiet wird in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der geologischen Forschung als eine Bruch- und Senkungszone aufgefaßt, die das Festland durchquert und deren tiefste Stellen das Mittelmeer darstellen. Daraus ist im Laufe der geologischen Entwicklungsgeschichte ein Gebiet hervorgegangen, welches sich durch seine große Mannigfaltigkeit der Oberflächenformen ganz wesentlich von Mittel- und Nordeuropa unterscheidet. Im zweiten Kapitel schließt sich daran eine Beschreibung der beiden Hauptteile der Mittelmeerzone, des westlichen und östlichen Gebietes, welche die Eigenart der verschiedenen Landschaftstypen und ihren Einfluß auf die menschliche Entwicklung erkennen läßt. Nach kurzen Bemerkungen über die hydrographischen Verhältnisse des Mittelmeeres folgt in Kap. 4 eine morphologische Betrachtung der Küstengestalt und eine Beschreibung der Küsten des Mittelmeers hinsichtlich ihrer Gestaltung und ihres Verkehrswertes. Ein besonderer Vorteil der Mittelmeerlandschaften und ein Hauptfaktor ihrer kulturellen Entwicklung mag in dem innigen Durchdringen von Gebirge und Meer gesehen werden. Ebenso wie nach der geologischen Entwicklungsgeschichte kennzeichnet sich das Mittelmeergebiet nach Klima, Pflanzen- und Tierwelt als ein einheitliches. Für alle Fragen, welche das „Mittelmeerproblem“ im eigentlichen Sinne ausmachen, ist am wichtigsten und interessantesten das letzte Kapitel, welches vom Menschen handelt und nacheinander die Völker, Religionen und Staaten, die sozialen Verhältnisse und die Wirtschafts- und Siedlungsgeographie erörtert.

E. Rudolph, Straßburg.

**Kriegsgeographische Zeitbilder.** Herausgegeben von Dr. H. Spethmann und Dr. E. Scheu. Zwanglose Hefte von ca. 3 Bogen Umfang. Leipzig, Veit & Co., 1915. Preis M. 0,80 pro Heft.

Die Privatdozenten Dr. H. Spethmann und E. Scheu haben sich das Verdienst erworben, eine Sammlung illustrierter Schriften herauszugeben, deren Ziel es sein soll, einem größeren Publikum das Verständnis für die Vorgänge auf den Kriegstheatern des Weltkrieges durch Übermittlung geographischer Aufklärung zu erleichtern. Bisher liegen 4 dieser Hefte vor.

Im ersten derselben gibt Prof. Dr. A. Oppel (Bremen) auf Grund seiner eingehenden wirtschaftsgeographischen Kenntnisse eine Darstellung der *wirtschaftlichen Grundlagen der kriegsführenden Mächte*. Nacheinander werden in kurzer orientierender Übersicht das Deutsche Reich, Österreich-Ungarn, das türkische Reich, Großbritannien, Frankreich, Belgien, Rußland, Serbien und Montenegro abgehandelt. Wer sich zur Orientierung in der gegenwärtigen Kriegszeit rasch über das Wichtigste unterrichten will, wird hier einen sicheren Führer finden.

In Heft 2 behandelt der Breslauer Geologe Prof. Dr. F. Frech das im Augenblick höchst aktuelle Thema der *Kohlennot und der Kohlenvorräte im Weltkriege*. Da der Verfasser auf diesem Gebiete eine anerkannte Autorität ist, bietet seine Darstellung höchst interessantes und geschickt ausgewähltes Material. Die Leser dieser Zeitschrift kennen das Wesentlichste dieser Schrift bereits aus des Verfassers ähnlichem Aufsatz: Die Naturwissenschaften im Kriege in Heft 1 des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift.

Heft 3 hat Dr. H. Spethmann zum Verfasser. Er behandelt den Kanal mit seinen Küsten und Flottenstützpunkten, und gibt in schildernder Darstellung eine anschauliche Vorstellung vom Wasser des Kanals, seiner Küste, dem Klima, dem Umland, der Vegetation, dem wirtschaftlichen Werte der Häfen. Eigene Anschauung und eingehende Kenntnis der Literatur liegen der Darstellung zugrunde.

Gelungen und mit großer Sorgfalt aus einem umfangreichen Quellenmaterial herausgearbeitet ist auch das 4. Heft, in welchem Dr. H. Praesent *Antwerpens geographische Lage und wirtschaftliche Bedeutung* eingehend darstellt. Lage, Geschichte der Stadt, Einwohnerzahl, Hafenanlagen, Handel zum Meere und zum Hinterlande, Verkehrsverhältnisse und strategische Bedeutung werden in klarer und das Wesentliche erschöpfender Darstellung nacheinander erörtert.

Max Friederichsen, Greifswald.

**Friederichsen, Max, Die Grenzmarken des Europäischen Rußlands.** Hamburg, L. Friederichsen & Co., 1915. 148 S. Preis geb. M. 3,—, geb. M. 4,—.

In dem Bestreben, weiteren Schichten des deutschen Volkes ein tieferes Verständnis der geographischen Verhältnisse in Feindesland zu vermitteln, schildert der Verfasser nach einem kurzen Überblick über das territoriale Wachstum Rußlands, seine Weltlage und seine wirtschaftlichen und ethnographischen Verhältnisse der Reihe nach seine europäischen Grenzgebiete nach ihrer physisch-geographischen Ausstattung (Geologie, Bodenbeschaffenheit, Klima), ihrer Bevölkerung und wirtschaftlichen Bedeutung, um sodann den Einfluß dieser Verhältnisse auf den Weltkrieg vom politisch- und militärgeographischen Gesichtspunkt zu beleuchten. Bei *Finland* wird außer der sog. finnischen Frage auch das Streben Rußlands nach einem eisfreien Hafen in Nordeuropa, bei den *Ostseeprovinzen* die Geschichte der deutschen Besiedelung, die Bedeutung und gegenwärtige traurige Lage des baltischen Deutschtums, sein Verhältnis zu den benachbarten Nationen und der Russifizierungsprozeß eingehend besprochen. Bei *Russisch-Polen* erfährt namentlich die große Bedeutung der westpolnischen Kohlen- und Industriebezirke eine nähere, durch statistisches Material belegte Darstellung. Die *Ukraine* wird in ihren weitesten Grenzen (mit „Neurußland“) behandelt und die sog. ukrainische Bewegung nach ihrer Entstehung und mutmaßlichen Bedeutung für den Weltkrieg gewürdigt. Bei den *Kaukasusgebieten* (wobei das eigentliche Kaukasusgebirge und das armenische Hochland getrennt behandelt werden) seien außer der ausführlichen Darlegung der komplizierten ethnographischen Verhältnisse die Abschnitte über die wirtschaftliche Bedeutung der transkaukasischen Niederung, über die georgische und armenische Frage hervorgehoben.

Die mit voller Objektivität gehaltene, auf den besten Quellen beruhende und mit reichlichen Literaturangaben ausgestattete Schrift des mit den einschlägigen Verhältnissen wohlvertrauten Verfassers kann als erste Einführung in die hier zur Diskussion kommenden politischen Fragen von höchster Aktualität bestens empfohlen werden.

F. Machatschek, Wien.

## Die Richard-Aßmann-Festschrift.

In der gegenwärtigen Kriegszeit drängt sich auch dem Laien in zwingender Weise die Überzeugung von

der hohen Bedeutung auf, welche einer Beherrschung der Luft durch den Menschen zukommt, und es lag daher nahe, den 70. Geburtstag eines Hauptbegründers der Aërologie in dieser großen Zeit zu würdigen. Richard Aßmann, von Hause aus Mediziner, hat sich neben seinem ärztlichen Beruf schon frühzeitig in verschiedenen Zweigen der meteorologischen Wissenschaft erfolgreich betätigt; er hat ein umfangreiches Netz privater Beobachtungsstationen organisiert, einen meteorologischen Prognosendienst eingerichtet und auch sonst außerordentlich viel für die Entwicklung der Wetterkunde geleistet, so daß er bei der Reorganisation des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts durch Wilhelm von Bezold im Jahre 1886 einen Ruf als Abteilungsvorsteher an diese größte Meteorologische Zentralstelle in Deutschland erhielt. Hier widmete er sich u. a. mit besonderer Vorliebe der Erforschung der Gewitter, der Konstruktion von Instrumenten, vor allem aber der Luftschiffahrt. Als Organisator der durch die Munifizenz des Kaisers im Jahre 1892 ins Leben gerufenen Berliner Wissenschaftlichen Luftfahrten hat er unter Mitwirkung mehrerer Fachgenossen die Grundlagen für die technische Vervollkommnung der praktischen Ausübung von Luftfahrten legen helfen und die wissenschaftlichen Resultate des Unternehmens in einem dreibändigen Werke der Öffentlichkeit übergeben. Es konnte daher keine geeignetere Persönlichkeit für die Leitung des neubegründeten Könighchen Aëronautischen Observatoriums gefunden werden als Aßmann, dessen vielseitiges Wissen und Können, dessen Organisationstalent und Energie hier ein fruchtbares Feld der Betätigung fanden. Mit besonderem Erfolge hatte er sich seit mehr als 30 Jahren bemüht, die Resultate meteorologischer und klimatologischer Forschung in gemeinverständlicher Form weiten Kreisen des Publikums zugänglich zu machen und zu diesem Zweck der von ihm begründeten Monatsschrift *Das Wetter* einen großen Teil seiner gewaltigen Arbeitskraft gewidmet. Es lag daher nahe, daß der Wunsch zahlreicher Schüler, Fachgenossen und Freunde dem Jubilar eine Dankesgabe darzubieten, in der Herausgabe eines Jubiläumshäftes des *Wetter*<sup>1)</sup> seinen sichtbaren Ausdruck fand.

H. Hergesell (Lindenberg), Aßmanns Amtsnachfolger, behandelt die Windverhältnisse in den unteren Luftschichten über Straßburg nach langjährigen Messungen in verschiedenen Höhenlagen und kommt zu dem Resultat, daß die Windgeschwindigkeit einen ziemlich komplizierten täglichen Gang mit 2 Maxima und 2 Minima aufweist, die mit der doppelten Druckwelle der Barometerschwankung in enger Beziehung zu stehen scheinen. Doch sind offenbar auch noch andere, bisher nicht erklärte Ursachen wirksam. W. König (Gießen) betrachtet die Bewegung der Zyklonen vom Standpunkt der Kreiseltheorie aus. Da die Achse des Luftwirbels

<sup>1)</sup> Zum 13. April 1915. *Das Wetter*. Monatsschrift für Witterungskunde. Sonderheft, dem Begründer dieser Zeitschrift, Herrn Geheimen Ober-Regierungsrat Professor Dr. med. et phil. Richard Aßmann, zu seinem 70. Geburtstage, den 13. April 1915, überreicht von E. Alt, O. Baschin, A. Berson, A. Defant, K. Fischer, O. Freybe, G. Hellmann, R. Hennig, H. Hergesell, Chr. Jensen, C. Kaßner, W. König, W. Köppen, C. Lindemann, J. Maurer, W. Meinardus, M. Müller, F. Richarz, M. v. Rohr, K. Rudel, W. Schmidt, J. Schubert, R. Süring, O. Tetens, W. Ule, L. Weber, A. Wegener, K. Wegener und dem Verlag von Otto Salle in Berlin 1915. 8°. IV und 113 Seiten. Porträt. Preis M. 3.—.

durch die Erdrotation eine fortdauernde Umlagerung im Raum erfährt, so muß eine polwärts gerichtete Verlagerung der Zyklone die Folge sein. *W. Schmidt* (Wien) leitet aus der Böenforschung wichtige Folgerungen für die Luftschiffahrt ab, denen vielfach große praktische Bedeutung zukommt, wie z. B. der Tatsache, daß charakteristische, wellenähnliche Formen der Luftdruckschwankung den eigentlichen, für Luftschiffe gefährlichen Böen häufig um mehrere Stunden vorausgehen und somit von hohem prognostischen Werte sind. *K. Wegener*, z. Z. im Felde, berichtet aus dem Schatz seiner reichen Erfahrungen als Fliegeroffizier über Beziehungen zwischen Meteorologie und Flugkunst. Die psychische und physiologische Beeinflussung des Menschen, die Technik des Fliegens und meteorologische Erfahrungen beim Fliegen werden in interessanter Weise behandelt und eröffnen z. T. völlig neue Gesichtspunkte. *O. Tetens* (Lindenbergl) beschreibt eine zweckmäßigere Anordnung der Instrumente zur Verfolgung von Pilotballons, bei der eine Zeitverbindung zwischen den beiden Theodolit-Stationen nicht nötig ist. *R. Süring* (Potsdam) untersucht die Bedingungen absteigender Luftströmungen auf Bergen. Er faßt die Ergebnisse seiner Betrachtung dahin zusammen, daß föhnartige Erscheinungen auf niedrigen Bergen charakteristische Unterschiede gegen die freie Atmosphäre zeigen. *J. Schubert* (Eberswalde) ermittelt die Einwirkung des grünen Buchenwaldes auf die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft. Die Mittelwerte der Beobachtungen lassen eine Abkühlung im Walde, namentlich am Boden, erkennen, ferner eine geringfügige Vermehrung der absoluten und eine Erhöhung der relativen Feuchtigkeit, die ebenfalls am Boden deutlicher ist als in der Baumkronenschicht. Die obere Luft ist auf dem Felde kühler, in der Buchenschonung ein wenig wärmer als die Bodenschicht. *L. Weber* (Kiel) benutzt korrespondierende Temperaturbeobachtungen der alten und neuen meteorologischen Beobachtungsstation in Kiel zu wertvollen Hinweisen auf die Anlagen derartiger Stationen. *G. Hellmann* (Berlin) beschäftigt sich mit der Frage nach dem Zusammenhang zwischen Meeresströmungen und Gewitterhäufigkeit. Beziehungen beider zueinander sind zweifellos vorhanden. Sie sind aber nicht so eng, daß sie gewissermaßen einen umkehrbaren physikalischen Kreisprozeß bilden. *J. Maurer* (Zürich) beschreibt einen Mouginschen Totalisator-Regensammler, der geeignet ist, den gefallenen Regen und Schnee monatelang ohne Verlust aufzubewahren und sich daher namentlich im Hochgebirge bewährt hat, wo es von großem Wert ist, daß man mit einer einmaligen Messung zur günstigsten Jahreszeit den gesamten Jahresniederschlag bestimmen kann. *C. Kapfner* (Berlin) kommt bei einer Untersuchung der Verteilung der größten Niederschläge in der Provinz Brandenburg zu manchen interessanten Einzelergebnissen, u. a. zu der Feststellung, daß nasser Boden die Entstehung von Stark-Regen begünstigt, die deshalb in den glazialen Urstromtälern besonders häufig sind. *C. Lindemann* (Dresden) diskutiert die mittleren Niederschlagsmengen in 50 Flußgebieten des Königreichs Sachsen in der Epoche 1899 bis 1913. *K. Fischer* (Berlin) erläutert zwei Hilfsmittel für Betrachtungen über Niederschlag und Abfluß, nämlich langjährige Mittel für den jährlichen Gang des Abflusses sowie Niederschlag- und Abfluß-Beitragszahlen. *W. Meinardus*

(Münster) kommt bei einer Bearbeitung der Beobachtungen über die Hörweite des Kanonendonners während der Belagerung von Antwerpen zu dem interessanten Resultat, daß eine normale Ausbreitung des Schalles nur bis zu einer Entfernung von 100 km stattgefunden hat. Darauf folgte eine ringförmige Zone des Schweigens, jenseits deren sich ein zweites, abnormales Gebiet der Hörbarkeit bis etwa 230 km Entfernung erstreckte.

*A. Wegener* (Marburg) untersucht den Farbenwechsel der Meteore, die 3 Stadien zu durchlaufen haben, das gelblichweiße, das smaragdgrüne und das tiefrote, welches letzteres jedoch nur von den größten Feuerkugeln erreicht wird. Er benutzt die vorhandenen Beobachtungen als Stütze für seine Anschauungen über die Natur der obersten Atmosphärenschichten. *F. Richarz* (Marburg) gibt eine Erklärung über die Schwäche senkrecht reflektierten Lichtes und damit zusammenhängende Erscheinungen, z. B. die Sichtbarkeit der Unterseeboote von Luftfahrzeugen aus. *C. Jensen* (Hamburg) erörtert die Frage, wieweit die Polarisation des blauen Himmelslichtes Aufschlüsse über Trübungen der Atmosphäre und Anhaltspunkte für die Beurteilung des kommenden Wetters gibt. *M. v. Rohr* (Jena) untersucht die Leistungsfähigkeit einer schon 1880 von *Harmer* vorgeschlagenen Methode der stereoskopischen Wolkenmessung. *M. Möller* (Braunschweig) kommt durch seine Studien über Wetterperioden zu der Überzeugung, daß es sich verlohnen dürfte, auch die Untersuchung der atmosphärischen Flut- und Ebbe-Vorgänge in den Kreis der meteorologischen Aufgaben aufzunehmen. *E. Alt* (München) weist auf Zusammenhänge zwischen Niederschlag, Boden und Ernte hin. *W. Ule* (Rostock) skizziert die durchgreifende Veränderung, welche die gesamten geographischen Verhältnisse im Winter erleiden, und betont, daß der Gegensatz zwischen Sommer und Winter bei uns am schroffsten in den Mittelgebirgen hervortritt. *W. Köppen* (Hamburg) weist nach, daß die, häufig als Aprilwetter gekennzeichnete, wechselvolle Witterung am häufigsten im Juli aufzutreten pflegt. *A. Defant* (Wien) erläutert die erste Wiener Wetterkarte vom 1. Juli 1865, von der die Isobaren- und die Isothermen-Karte auf beigegebenen Tafeln möglichst genau reproduziert sind. *O. Freybe* (Weilburg) stellt Erfahrungen über typische Wetterlagen in einem Tabellenschema zusammen, dessen Benutzung für die lokale Prognose er an Beispielen klar macht. *K. Rudel* (Nürnberg) bringt einen Beitrag zu dem von *Hellmann* nachgewiesenen Einfluß der Kalenderreform im Oktober 1582 auf die volkstümlichen Wetterregeln. *R. Hennig* (Berlin) erörtert den Einfluß des Winters auf die Kriegführung, und *O. Baschin* (Berlin) weist auf die Beziehungen zwischen Meteorologie und Strategie hin. Den Beschluß der Festschrift bildet die Arbeit von *Aßmanns* Hauptmitarbeiter *A. Berson* (Lichterfelde) über die Ergebnisse von Pilotballonaufstiegen in Amazonien. Der Verfasser hatte schon 1908 eine Expedition des Aëronautischen Observatoriums nach dem der Herrschaft der Monsunwinde unterworfenen Ostafrika geleitet und konnte 1913 analoge Studien in dem Passatgebiete Brasiliens ausführen, deren Hauptresultate er kurz skizziert. Eine eigentliche Störung des Ostpassats ließ sich nur an einem einzigen Tage feststellen.

*O. Baschin, Berlin.*



# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 32.

6. August 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Paläozoologie in Forschung und Lehre. Von  
*Prof. Dr. O. Abel, Wien.* S. 413.

Zuschriften an die Herausgeber:

Parallelstellung von Atomen und Polarisierung  
ihrer Lichtemission durch das elektrische Feld.  
Von *J. Stark.* (Vorläufige Mitteilung.) S. 419.

Besprechungen:

Schaefer, Clemens, Einführung in die theoretische  
Physik. Von *A. Byk.* S. 419.

Weinstein, Max B., Kräfte und Spannungen. Das  
Gravitations- und Strahlenfeld. Von *M. Born.*  
S. 420.

Abraham, M., Theorie der Elektrizität. Von  
*M. Born.* S. 420.

Auerbach, F., Die Physik im Kriege. Von  
*G. Berndt.* S. 421.

Astronomische Mitteilungen. S. 421.

Kleine Mitteilungen. S. 422—423.

Blütenfarben. Die Bildung von Milchsäure und  
Glycerin bei der alkoholischen Gärung. Estolide.  
Vicin. Holzzellulosepulver. Pseudotalaktiten.  
Die Vielfarbigkeit des feinverteilten metallischen  
Silbers. Nahe Beziehungen der Gestalt zur  
chemischen Zusammensetzung.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Meteorologische Zeitschrift. S. 424.

Für

**chemische und elektrochemische Industrie**

**Papier- und Pappenfabrikation**

Billige Terrains, Gleisanschluß,  
günstige Produktionsbedingungen,  
vorteilhafter Kraftbezug im Ver-  
sorgungsgebiet der Sächsischen  
Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft  
im Südwesten des  
Königreichs Sachsen

Näheres durch die Betriebsdirektionen der Werke:

**Elektrizitätswerk a. d. Lungwitz, Oberlungwitz in Sachsen**

**Elektrizitätswerk a. d. Pleiße, Werdau in Sachsen**

**Elektrizitätswerk Obererzgebirg, Schwarzenberg in Sachsen**

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

## Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24,— für den Jahrgang, M. 6,— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitionelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

## Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

## Einführung in die Mikroskopie

Von **Professor Dr. P. Mayer**

in Jena

Mit 28 Textfiguren. — In Leinwand gebunden Preis M. 4.80

## Inhaltsverzeichnis:

## Einleitung.

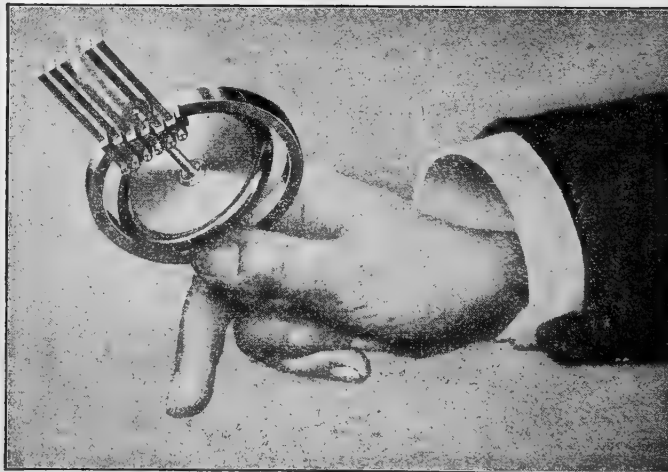
1. Handhabung des Mikroskopes.
2. Anfertigung und Beobachtung einiger einfacher Präparate.
3. Anfertigung schwierigerer Präparate.
4. Fertigmachen der mikroskopischen Präparate.
5. Fixieren und Härten der Objekte.
6. Schneiden der Objekte und Weiterbehandlung der Schnitte.
7. Färben der Objekte.

8. Schleifen, Entkalken, Bleichen und Mazerieren der Objekte.
9. Beobachtung lebender Wesen mit dem Mikroskope.
10. Zeichnen und Messen der Objekte.
11. Alphabetisches Verzeichnis der Farbstoffe und anderen Reagenzien, sowie der Geräte für die praktischen Übungen.
12. Verzeichnis des Materiales an Tieren, Pflanzen und anorganischen Gebilden zu den Übungen.

Register.

# Siemens & Halske A.-G.

## Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Demonstrationsinstrumente für Gleich- und Wechselstrom

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

6. August 1915.

Heft 32.

## Die Paläozoologie in Forschung und Lehre.

Von O. Abel, o. ö. Professor der Paläontologie an der Wiener Universität.

An dem Siegeslaufe der Naturwissenschaften im neunzehnten Jahrhundert haben auch die biologischen Wissenschaftszweige einen hervorragenden Anteil genommen.

Merkwürdigerweise ist jener Zweig der Biologie, der sich die Erforschung der fossilen Organismen zur Aufgabe stellt, erst verhältnismäßig spät in eine Epoche des Aufschwunges eingetreten. In den letzten Jahrzehnten ist jedoch auch dieses Gebiet in außerordentlichem Maße ausgebaut und zu hoher Blüte gebracht worden; zahlreiche neue Probleme wurden aufgerollt und neue Gesichtspunkte aufgestellt, die uns ein wissenschaftliches Neuland von ungeahnter Ausdehnung erschlossen haben.

Die Gründe für den relativ späten Eintritt des Aufschwunges der *Paläozoologie* oder der *Lehre von der Tierwelt aus der Vorzeit der Erde* sind vor allem darin zu suchen, daß die Bearbeitung der fossilen Überreste in früherer Zeit fast ausschließlich in den Händen der Geologen und nicht in jenen der Biologen lag, so daß die biologischen Probleme der paläontologischen Forschung nicht erfaßt wurden und die rein chronologischen Gesichtspunkte den Vorrang behaupteten.

Wenn auch dann und wann schon in früherer Zeit von zoologischer Seite aus der Versuch gemacht wurde, das Gebiet der Paläozoologie in den Bereich der biologischen Forschungszweige einzubeziehen, so ist doch erst durch das energische und zielbewußte Zusammenwirken verschiedener Forscher der letzten Jahrzehnte, die den verschiedenen führenden Kulturvölkern angehören, mehr und mehr die biologische Methode auf das Gebiet der Erforschung der fossilen Tierwelt übertragen worden, so daß die *rein chronologische*, das ist die *geologische Betrachtungsweise* zugunsten der biologischen Forschung ganz in den Hintergrund gedrängt wurde. Die in den letzten Jahrzehnten erreichten großen Erfolge der Paläozoologie sind ausschließlich diesem Wechsel in der allgemeinen Beurteilung und Bewertung der fossilen Überreste zu verdanken.

Schon zu wiederholten Malen ist der Versuch unternommen worden, eine Übersicht jener Richtlinien zu geben, auf denen sich der Ausbau der Paläozoologie zu einem selbständigen Zweige der biologischen Wissenschaften vollzogen hat und voraussichtlich in der nächsten Zeit weiter vollziehen wird. Immer wieder wird jedoch von geologischer

Seite aus der Versuch unternommen, diesen Aufstieg der Paläozoologie, der in dem engeren Anschluß an die Zoologie wurzelt, zu hemmen und der Paläontologie — Paläozoologie und Paläobotanik — nur den Charakter eines Anhängsels der Geologie zuzuerkennen, das ausschließlich stratigraphische Endziele zu verfolgen hat.

Die *Geologie* sieht in den fossilen Organismen nur ein Mittel zur Altersbestimmung der Schichten und zur Charakterisierung derselben. Das fossile Tier und die fossile Pflanze ist dem Geologen nichts anderes als ein „Leitfossil“. Der fundamentale Gegensatz zwischen der Paläozoologie und der Paläobotanik einerseits und der Geologie andererseits liegt also in der ganz verschiedenen Bewertung der fossilen Überreste.

Die erste und wichtigste Aufgabe der *Paläozoologie* ist die *richtige Erfassung des anatomischen Baues der fossilen Tiere*, da nur auf dieser Grundlage der Verwandtschaftsgrad der fossilen Tiere in ihrer Beziehung zu den lebenden Organismen festgestellt werden kann.

Der anatomische Bau eines fossilen Tieres wird aber nur dann erkannt werden können, wenn der betreffende Forscher die Anatomie der lebenden Tiere kennt und beherrscht. Die Grundlage der Erforschung der fossilen Tierwelt bleibt also unbedingt, was auch die Geologen dagegen sagen mögen, die *vergleichende Anatomie oder Morphologie*.

Daß aber die Kenntnis der Morphologie der lebenden Tiere allein nicht ohne weiteres ausreicht, um eine erfolgreiche Untersuchung und Ermittlung des anatomischen Baues der fossilen Tiere zu ermöglichen, ist darin begründet, daß von den in den Gesteinen erhaltenen Überresten der Tierleichen früherer Erdzeitalter in der Regel nur die Hartteile, höchst selten aber auch die Weichteile übriggeblieben sind und daß auch diese Hartteile, z. B. bei den Resten fossiler Wirbeltiere, meist sehr unvollständig erhalten oder doch so durcheinander geworfen sind, daß die morphologische Untersuchung und Bewertung dieser Reste auf viel größere Schwierigkeiten stößt, als sie der Untersuchung rezenter Tiere entgegenstehen.

Die in den Gesteinen erhaltenen Hartteile oder Skelettreste der fossilen Organismen müssen zunächst von kundiger Hand freigelegt oder, wie der Fachausdruck lautet, *präpariert* werden, um sie der wissenschaftlichen Untersuchung zugänglich zu machen. Häufig wird in geologischen Sammlungen diese Vorarbeit Präparatoren überlassen, die infolge mangelnder wissenschaftlicher Vorbildung schon sehr viele unschätzbare Objekte

verdorben haben. Eine Präparation, wie ich sie z. B. im Nasenraum und in der Gehörregion von *Eoetherium ägyptiacum* aus dem Mitteleozän Ägyptens durchführte, wird ein Präparator ohne eingehende Kenntnisse von der Anatomie der Sirenen niemals durchzuführen imstande sein. Derartige Präparierarbeiten erfordern aber nicht nur eine vollständige Beherrschung des anatomischen Baues der zu präparierenden Form, sondern auch allgemeine morphologische Kenntnisse und lassen sich erst bei einer gewissen Erfahrung und nach längerer Übung durchführen.

Liegen endlich die Hartteile der fossilen Tiere in präpariertem Zustande vor, so müssen dieselben zusammengesetzt und, wenn möglich, ergänzt werden, um das Gesamtbild eines fossilen Tieres unserem vollen Verständnis zu erschließen. Auch diese Aufgabe der *paläontologischen Rekonstruktion* kann nur auf genauer morphologischer Kenntnis beruhen und bedarf außer einem besonders feinen morphologischen und ethologischen Verständnis einen hohen Grad von Erfahrung und Übung, der erst langsam erworben werden muß, um nicht zu unrichtigen und voreiligen Vorstellungen von dem Aufbau und dem Aussehen eines fossilen Tieres zu führen.

Diese Behelfe und Grundlagen der morphologischen Erforschung fossiler Organismen fehlen naturgemäß denjenigen Morphologen, welche sich ausschließlich mit der Erforschung rezenter Formen beschäftigen, und die Schwierigkeiten ihrer Erlernung bilden vielleicht den Hauptgrund dafür, daß sich verhältnismäßig so wenige Morphologen der Bearbeitung fossiler Reste zuwenden.

Dazu kommt, daß die teilweise unvollständige Erhaltung der fossilen Reste den Paläozoologen dazu zwingt, die morphologischen Unterschiede zwischen den einzelnen Formen zum Teile anders zu bewerten, als es der Zoologe zu tun pflegt, der mit vollständigen Objekten zu arbeiten gewöhnt ist. Vielfach ist aus diesem Grunde die morphologische Methode von den Paläozoologen weiter ausgebaut und vertieft worden, und zwar in einer Richtung, die den Zoologen und vergleichenden Anatomen ursprünglich fremd geblieben war, weil sie bei der Vollständigkeit ihrer Untersuchungsobjekte einer bis in die letzten Einzelheiten gehenden vergleichenden Untersuchung und Analyse der morphologischen Merkmale nicht bedurften, um zu Schlüssen über die systematische und phylogenetische Stellung der von ihnen untersuchten lebenden Formen zu gelangen.

Aus den Ergebnissen der morphologischen Untersuchung der fossilen Formen erwächst naturgemäß für den Paläozoologen die weitere Aufgabe, die von ihm untersuchten fossilen Arten in das *allgemeine System des Tierreiches* einzuordnen.

Das System der lebenden Tiere stellt mehr oder weniger einen in der Gegenwart gezogenen Querschnitt durch den Stammbaum des Tierreiches dar. Solange es sich bei den fossilen Arten um Formen handelt, welche sich ohne Zwang den

kleineren und größeren systematischen Kategorien der lebenden Tiere einordnen lassen, bildet die Arbeit der Paläozoologen auf systematischem Gebiete nur eine Ergänzung und Ausfüllung der Lücken des Systems der lebenden Tiere. Liegen jedoch fossile Arten vor, welche sich in dieses Schema nicht ohne Zwang oder überhaupt nicht mehr einreihen lassen, so entsteht für den Paläozoologen die Aufgabe, zu dem Ausbaue der Systematik in entscheidender Weise Stellung zu nehmen und die Grundsätze für die Aufstellung eines auch die fossilen Formen umfassenden allgemeinen Systems einer einschneidenden Kritik zu unterwerfen.

Der Paläozoologe muß also ebenso wie die Morphologie auch die *Systematik der lebenden Tiere* beherrschen, um die Ergebnisse seiner Untersuchungen auch auf diesem Gebiete erfolgreich verwerten zu können. Soll das „System“ der Tiere nicht nur ein untergeordnetes Hilfsmittel der Zoologie vom Range einer bloßen Registratur sein, sondern wenigstens annähernd die Verwandtschaftsverhältnisse der Stämme zum Ausdrucke bringen, so müssen auch die historischen Dokumente der Geschichte der Tierwelt ihren Platz im System finden, und es ist die Aufgabe des Paläozoologen, sich am Ausbaue der zoologischen Systematik nachdrücklich zu beteiligen.

Vor allem aber obliegt dem Paläozoologen die Aufgabe, unsere Kenntnisse von der Stammesgeschichte der Tierwelt auf eine *historische Grundlage* zu stellen. Kein anderer Zweig der Biologie hat in gleich hohem Grade die Möglichkeit, Beweise für den Verlauf der Stammesgeschichte zu erbringen, als die Paläozoologie, die sich die Erforschung der Vorläufer unserer jetzigen Tierwelt zur Hauptaufgabe gemacht hat. Die Vertiefung in das Forschungsgebiet der *Phylogenie* erfordert jedoch eine weitgehende Vertrautheit mit dem ganzen weitausgedehnten Fragenkomplex der allgemeinen Stammesgeschichte und der verschiedenen Deszendenztheorien, ohne welche die Paläozoologie auf diesem Gebiete nur eine Hilfswissenschaft der übrigen einschlägigen Disziplinen wäre, ohne selbst erfolgreich an dem Ausbaue der Phylogenie mitarbeiten zu können. Erfüllt jedoch die Paläozoologie auch hier ihre Aufgabe, so ist sie in der Lage, entscheidend in einer großen Zahl phylogenetischer Fragen mitreden zu können.

In der Tat hat die Paläozoologie bei ihren Forschungen auf phylogenetischem Gebiete so reiche Erfolge aufzuweisen, daß sie schon heute als ein vollwertiger und selbständiger Weg zur Ermittlung der Stammesgeschichte der Tiere angesehen werden darf. Wie ich am 30. Januar 1911 in einem in München gehaltenen Vortrage ausführte, ist die Zeit vorüber, da die Paläozoologie es sich gefallen lassen mußte, in wichtigen phylogenetischen Fragen höchstens die bescheidene Rolle eines Rechnungsrevidenten zugewiesen zu erhalten, der in kritischen Fällen als Kontrollorgan abgelehnt wurde. Mit Stolz kann die Paläozoologie

darauf hinweisen, daß ihr nicht nur die Lösung zahlreicher offener phylogenetischer Fragen gelungen ist, um welche sich die anderen phylogenetischen Disziplinen vergeblich bemüht haben, sondern daß sie uns in manche Wege der stammesgeschichtlichen Entwicklung des Tierreiches einen Einblick verschafft hat, der einen wesentlichen Fortschritt auf phylogenetischem Gebiete überhaupt bedeutet. So erscheint die Zeit gekommen, um das Gesamtgebiet aller dieser Fragen in Gestalt einer *Paläophylogenie* zusammenzufassen, wie ich dies vor kurzem versucht habe<sup>1)</sup>.

Die morphologische Untersuchung der fossilen Überreste gibt uns also einen Aufschluß über ihre systematische und phylogenetische Stellung. In sehr vielen Fällen ist jedoch der *Bau* eines fossilen Tieres sozusagen von seiner *Form* überwuchert und verdeckt, so daß uns zunächst vielfach die Form als das bestimmende Merkmal erscheinen konnte.

Seitdem wir jedoch zu der Erkenntnis gelangt sind, daß die Form eines Organs nur der Ausdruck seiner Funktion ist und daß uns somit gleichartige Funktionen eine Verwandtschaft vortäuschen können, welche in Wirklichkeit nicht zu bestehen braucht, ist eine Forschungsmethode begründet worden, die zunächst die Aufgabe hat, die Wechselbeziehung zwischen Form und Funktion festzustellen und dann erst die Frage zu prüfen, inwieweit der Bau mit der Funktion übereinstimmt oder von ihr verschieden ist.

Wer aus der allgemeinen Übereinstimmung der Körperform eines Delphins mit einem Ichthyosaurus und einem Haifisch der Gattung Lamna schließen wollte, daß diese drei weit voneinander entfernten und nicht näher verwandten Typen aus den Stämmen der Fische, Reptilien und Säugetiere deswegen nahe verwandt sind, weil sie die gleichen oder doch zum mindesten sehr ähnliche Körperformen besitzen, der würde sich zu der Anschauung bekennen müssen, daß nicht der *Bau*, sondern allein die *Form* bzw. der übereinstimmende *Anpassungstypus* als Beweis für eine nähere Verwandtschaft anzusehen ist, eine Anschauung, welche mit allen unseren gesicherten Erfahrungen in schroffem Widerspruch stehen würde.

Es muß also, um Fehlschlüsse in der Beurteilung der Verwandtschaftsverhältnisse der fossilen Arten untereinander und zu den lebenden Arten zu vermeiden, eine der wichtigsten Aufgaben der Paläozoologie sein, die *Wechselbeziehung zwischen Form und Funktion der einzelnen Körperteile wie des ganzen Körpers zu ermitteln*. Da aber die Form eine Folge der Funktion ist, so ist sie als eine *Anpassung an die Umwelt oder an den Lebensraum* zu betrachten. Um *Bauverwandtschaft und Formverwandtschaft* richtig verstehen und unterscheiden zu lernen, ist es somit notwendig, die *Anpassungen der lebenden Tiere*

an die verschiedene Lebensweise auf das sorgfältigste zu analysieren, um aus ihnen allgemeine Gesetze über die Umformung der einzelnen Organe und des ganzen Körpers ableiten und die Ergebnisse dieser Analyse auf die Beurteilung der Anpassungen und der Lebensweise der *fossilen* Formen folgerichtig anwenden zu können.

Dieser wichtige Forschungszweig der Biologie ist von Paläozoologen begründet und ausgebaut worden. Verschiedene Forscher, allen voran *L. Dollo*, haben diesen Zweig der Paläozoologie sehr eingehend gepflegt und zu einer Wissenschaft ausgestaltet, die nicht nur auf die Paläozoologie, sondern auch auf die Zoologie, und zwar vor allem auf die allgemeine Morphologie und Phylogenie, in hohem Maße befruchtend eingewirkt hat. Ich habe diesen neu aufstrebenden Zweig der Paläozoologie *Paläobiologie* genannt. Wie groß der Kreis der Fragen ist, der in den Rahmen dieser Forschungsrichtung fällt, geht aus meinem 1912 veröffentlichten Versuche hervor, diese Probleme übersichtlich zusammenzufassen.

Gibt uns aber zunächst die Paläobiologie die Mittel an die Hand, um Formverwandtschaft und Bauverwandtschaft scharf zu unterscheiden, und ermöglicht sie uns auch, auf diesem Wege eine *Geschichte der Anpassungen* zu entwerfen, so erhalten wir ferner gerade dadurch sehr wichtige Aufschlüsse über genetische Zusammenhänge, welche uns bei Verfolgung der anderen Wege der biologischen Forschung verborgen geblieben sind. Die große Zahl der von der Paläobiologie bisher gelösten oder der Lösung näher gebrachten Fragen berechtigt uns zu der Hoffnung, daß wir bei weiterer Verfolgung dieses Weges noch über zahlreiche andere Fragen biologischer Natur eine Aufklärung erhalten werden.

Es bleibt aber noch eine große Zahl von Problemen übrig, welche in den Bereich der Paläozoologie gehören und mit ihr unzertrennlich verschmolzen sind.

Einer der wichtigsten Fragenkreise dieser Art ist die *Zusammensetzung der Faunen eines bestimmten geologischen Zeitabschnittes*.

Wir wissen, daß die Faunen der Jetztzeit eine große Zahl verschiedener Elemente enthalten. Diese verschiedenen Bestandteile einer Fauna haben entweder die gleiche oder verschiedene Lebensweise; sie vereinigen sich aber zu einer *biologischen* oder, wie sie auch genannt wurde, *ökonomischen Einheit*. Diese Faunenelemente zu analysieren, ihre Herkunft zu ermitteln und ihre Stellung im Rahmen der vergangenen und der heutigen Lebewelt zu ergründen, ist eine der wichtigsten Aufgaben der paläozoologischen Forschung.

Mit diesen Problemen ist die Frage nach der *geographischen Herkunft und der geographischen Verbreitung der einzelnen Faunenelemente und der ganzen Faunen* auf das innigste verknüpft. Die Paläozoologie hat die Aufgabe, aus den erhaltenen Dokumenten der Geschichte der Tierwelt,

<sup>1)</sup> Der Ausbruch des Krieges hat das Erscheinen dieses Buches, das im Juni 1914 abgeschlossen wurde, verzögert.



welche in den Gesteinen begraben liegen, einen Überblick über die geographische Verbreitung und die geographische Herkunft der Faunen und ihrer einzelnen Elemente und somit einen Einblick in die *Wanderungen der vorzeitlichen Tierwelt* zu gewinnen.

Diese Untersuchungen stehen in engster Beziehung zur *Tiergeographie*, welche unbedingt auf paläozoologischer Grundlage ruhen muß, soweit es sich um Angehörige von Tiergruppen handelt, welche in fossilem Zustande erhalten sind. Wird diese Forschungsrichtung nur nach statistischer Methode betrieben, so sind schwere Fehlschlüsse ganz unvermeidlich; wer bei zoogeographischen Untersuchungen nur die Namen der Arten und Gattungen aus der Literatur zusammensucht, ohne die betreffenden Formen selbst zu kennen, wird niemals imstande sein, zu gesicherten Ergebnissen zu gelangen, so daß auch für diese Forschungsrichtung eine gründliche morphologische Kenntnis unerlässlich ist.

Trotz vielfacher, zum Teil sehr wertvoller Versuche stehen wir auf diesem Gebiete erst am Anfange unserer Erkenntnis, und es wird noch jahrelanger, intensiver Arbeit bedürfen, um in die zum Teil sehr verwickelten Vorgänge der einstigen und jetzigen geographischen Verbreitung und der Wanderungen der vorzeitlichen Faunen einen klareren Einblick zu erhalten, als dies heute der Fall ist.

Um diese Fragen einer erfolgreichen Lösung näher zu bringen, ist es notwendig, die einzelnen Faunenelemente nicht nur morphologisch zu untersuchen, sondern auch eine ethologische oder *paläobiologische Analyse der fossilen Faunen* durchzuführen. Daß die Zahl wirklich guter Arbeiten auf diesem Gebiete verhältnismäßig noch so gering ist, obwohl schon heute für derartige Untersuchungen ein weites Arbeitsfeld brach liegt, hat seine Ursache darin, daß sich vorwiegend Geologen mit diesen Fragen beschäftigt haben, welchen die erforderlichen Vorkenntnisse der Morphologie und Paläobiologie fehlten. Schon K. A. von Zittel klagt in seiner „Geschichte der Geologie und Paläontologie am Ende des 19. Jahrhunderts“ (1899) über diesen Übelstand mit folgenden Worten:

„Ein großer Teil der stratigraphisch-paläontologischen Literatur wird von Geologen geliefert, und gewisse Abteilungen von Versteinerungen, wie die fossilen Mollusken und Molluskoiden, bilden noch jetzt eine Domäne von Autoren, worin zuweilen mit einem erstaunlich geringen Vorrat zoologischer Kenntnisse und Erfahrung beschrieben, systematisiert und spekuliert wird. Daß diese Literatur von der wissenschaftlichen Zoologie keine Beachtung findet, ist begreiflich. Sie verfolgt in erster Linie geologische Ziele und behandelt vielfach das paläontologische Material nicht nach der in der zoologischen Systematik üblichen Methode, sondern nach rein persönlicher Auffassung.“

Daraus erklärt sich auch, warum einzelne Paläozoologenschulen, wie die nordamerikanische unter der Führung von H. F. Osborn und W. D.

Matthew, auf dem Gebiete der Geschichte der fossilen Säugetierfaunen und der Parallelisierung der Tertiärfaunen Nordamerikas, Europas usw. so große Erfolge aufzuweisen haben. Die Ursache liegt eben darin, daß die Analyse und die Geschichte dieser Faunen nicht nach rein stratigraphisch-geologischen, sondern nach rein zoologischen Gesichtspunkten durchgeführt worden ist. Die *Biostratigraphie* oder die *chronologische Geschichte der Faunen* kann uns nur dann allgemein-biologisch wertvolle Ergebnisse liefern, wenn sie sich über das statistische Prinzip erhebt, das freilich für rein stratigraphische Ziele vollständig genügt.

Zweifelloos bildet die Stratigraphie eine Brücke zwischen der Geologie und der Paläozoologie; sie umfaßt jedoch zwei ganz verschiedene Richtungen. Die eine bezweckt die Feststellung der chronologischen Aufeinanderfolge der einzelnen fossilen Arten und der fossilen Faunen und kann auch bis zu einem gewissen Grade zur Unterstützung und Überprüfung der auf morphologischer und ethologischer Grundlage gewonnenen Ergebnisse der phylogenetischen Forschung herangezogen werden; indessen haben wir uns sehr davor zu hüten, die chronologischen Befunde zu überschätzen, da sie sehr häufig den Ergebnissen der phylogenetischen Forschung widersprechen, was auf die Lückenhaftigkeit der geologischen Urkunde zurückzuführen ist. Es ist, wie ich schon früher einmal hervorgehoben habe, etwas ganz anderes, wenn wir sagen: „Die ersten Vögel sind aus dem oberen Jura bekannt,“ als wenn wir sagen würden: „Die ersten Vögel sind, wie die Stratigraphie lehrt, im oberen Jura entstanden.“

Die Biostratigraphie kann uns jedoch auch Erkenntnisse in phylogenetischer Hinsicht vermitteln, die wir auf anderen Wegen der Forschung nicht erwerben können. Ich erinnere nur an das Problem der ruckweisen Entwicklung der einzelnen Stämme der Säugetiere, welche sich zu bestimmten Zeiten langsam und dann wieder außerordentlich rasch umgeformt haben, während die Umformung anderer Stämme in derselben Zeit entweder zuerst rasch und dann langsam oder durchaus gleichmäßig vor sich gegangen ist. Derartige Aufschlüsse über das *Tempo der phylogenetischen Entwicklung* kann uns nur die Biostratigraphie vermitteln.

Bildet somit die Stratigraphie in dieser Form eine sehr wertvolle Ergänzung der Forschungsmethoden der Paläozoologie, so steht doch anderseits die reine Schichtenlehre, die eigentliche *Stratigraphie* oder *Formationskunde*, wie sie von den Geologen zum Zwecke der Altersunterscheidung der Schichten gepflegt wird, der Paläozoologie vollständig fern. Rein stratigraphische Untersuchungen, wie die Schichtengliederung der alpinen Trias, dienen in erster und letzter Linie nur geologischen Zwecken und haben mit der Paläozoologie nichts mehr zu tun. Sie gehören in den Bereich jenes Zweiges der Geologie, welchen wir bisher als *Historische Geologie* zu bezeichnen

gewöhnnt wären, und können auch ohne die für die Paläozoologie notwendige Grundlage morphologischer und allgemein biologischer Kenntnisse erfolgreich betrieben werden.

Die historische Geologie hat andere, nicht minder große Aufgaben als die Paläozoologie zu erfüllen; ist die letztere eine Geschichte des *Lebens*, so ist die erstere eine Geschichte der *Erde*. Als solche muß die historische Geologie die Hilfe einer ganzen Reihe von anderen Wissenschaften in Anspruch nehmen: Astronomie, Geographie, Ozeanographie, Klimatologie, Petrographie, Paläobotanik und Paläozoologie. Ungefähr dieselben Hilfswissenschaften benötigt auch die *allgemeine Geologie*, nur bedarf sie zur Erklärung vieler Phänomene noch zweier weiterer Hilfswissenschaften, nämlich der Physik und der Chemie. Die mangelnde Vertrautheit der meisten Geologen mit diesen beiden Wissenschaften ist vielleicht die Ursache, weshalb noch eine so große Zahl geophysikalischer und geochemischer Probleme ungelöst ist und warum so viele tektonische Phantasiegebilde mit den Gesetzen der Physik in krassem Widerspruche stehen.

Die Aufgaben der Geologie sind so vielseitig und groß, daß es unmöglich wäre, auch noch den gewaltigen Komplex morphologischer, ethologischer und phylogenetischer Fragen in den Bereich der Hilfswissenschaften der Geologie einzubeziehen. Nur derjenige, der auf keinem größeren Gebiete der allgemeinen und historischen Geologie recht zu Hause ist, wird den Standpunkt vertreten, daß es auf eine Hilfswissenschaft mehr oder weniger nicht mehr recht ankommt und daß, um die Lösung der Paläozoologie von der Geologie zu verhüten, die Geologen auch noch ein wenig sich in der Zoologie umsehen sollen, um das Odium von sich abzuwenden, mit den Grundbegriffen einer Forschung nicht vertraut zu sein, die sie als ihre eigene Domäne ansprechen möchten. Ein in rein geologischen Vorstellungskreisen aufgewachsener Forscher wird jedoch nie imstande sein, den gesamten Fragenkomplex der Paläozoologie zu beherrschen und diese Wissenschaft erfolgreich zu fördern, ohne vorher erst gründlich umgelernt und seine geologische Vorstellungsweise mit der biologischen vertauscht zu haben.

Schon heute sind die Aufgaben der Paläozoologie außerordentlich vielseitig und umfangreich und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Zahl der Probleme bei fortschreitendem Ausbaue der einzelnen Zweige der Paläozoologie, wie der Paläobiologie, der Paläophylogenie usw., immer rascher anwachsen wird. Kaum ist es gelungen, eine der vielen Fragen gelöst oder wenigstens der Lösung näher geführt zu haben, so tauchen wie die Köpfe der lernäischen Hydra die neuen Probleme in verdoppelter, ja in verdreifachter Zahl auf. Einstweilen besteht also noch keine Gefahr, daß diese Probleme an Zahl abnehmen, wie manche zu fürchten scheinen, die der aufstrebenden Paläo-

zoologie ein baldiges Versiegen im Sande prophezeien, und diese Befürchtung ist wohl nur dadurch zu erklären, daß jene Überängstlichen mit dem großen Fragenkomplex der einzelnen Zweige der Paläozoologie nicht eingehender vertraut sind.

Die verschiedenen hauptsächlichen Richtlinien, auf denen sich die Entwicklung der Paläozoologie in der nächsten Zeit bewegen wird, habe ich bereits in groben Umrissen skizziert. Die Hauptarbeit wird sich voraussichtlich auf morphologischem, paläobiologischem und paläophylogenetischem sowie auf zoogeographischem Gebiete bewegen.

Wir haben uns nun der Frage zuzuwenden, unter welchen Bedingungen die gedeihliche Weiterentwicklung der Paläozoologie am ehesten gesichert erscheint.

Die Paläozoologie ist ihrem innersten Wesen nach eine *biologische* und zugleich eine *historische* Wissenschaft.

Daß eine biologische Disziplin in der Hand eines Biologen, in unserem Falle in der Hand eines Zoologen am besten aufgehoben wäre, steht außer Zweifel und bedarf keines weiteren Kommentars. Der Zoologe, der sich nur auf die Verfolgung der morphologischen, ethologischen und phylogenetischen Fragen in der Paläozoologie beschränken würde, wäre jedoch kaum imstande, mehr als Teilresultate zu erzielen, wenn er nicht auch den übrigen Fragenkomplex der historischen Seite der Paläozoologie beherrscht und stets in den Kreis seiner Untersuchungen einzubeziehen vermag. Mit anderen Worten, ein Zoologe, der nicht genügend geologisch vorgebildet ist, wird nur in beschränktem Maße den Fortschritt der Paläozoologie im ganzen fördern können, sondern nur in einzelnen Teilgebieten derselben eine Führung zu übernehmen imstande sein.

Ebensowenig wie der *Zoologe*, der mit der historischen Geologie und den historischen Elementen der Paläontologie nicht oder nur oberflächlich vertraut ist, Grundlegendes auf paläozoologischem Gebiete zu schaffen vermag, ist auch der *Geologe* imstande, erfolgreich am Ausbaue der Paläozoologie mitzuarbeiten, wenn er nicht den großen Komplex der rein biologischen Fragen beherrscht, die für die paläozoologische Forschung die unerläßliche Grundlage bilden. Wendet sich aber ein Zoologe paläozoologischen Untersuchungen zu, so befindet er sich in viel günstigerer Lage als der Geologe, da er sich die ihm fehlende historisch-geologische Grundlage viel rascher und leichter anzueignen vermag als es der Geologe im umgekehrten Falle imstande ist, da beinahe das Gesamtgebiet der Zoologie und der Phylogenie beherrscht werden muß, um eine allgemeine paläozoologische Frage erfolgreich in Angriff nehmen zu können.

Die historische Entwicklung der Paläontologie hat es mit sich gebracht, daß sich noch heute sehr viele Geologen mit der Beschreibung fossiler Überreste beschäftigen, ohne in den Bereich der Zoo-

logie tiefer eingedrungen zu sein. So kommt es, daß so viele paläozoologische Publikationen den Stempel des Dilettantenhaften an sich tragen und daß erst jene Forscher den versteckten Schatz heben können, welche ihn von allgemein biologischen Gesichtspunkten aus zu beleuchten vermögen, während den ersten Bearbeitern der Kern der Frage verborgen geblieben war.

So mußte langsam die Erkenntnis reifen, daß die Paläozoologie zwar ein Grenzgebiet zwischen der Geologie und der Zoologie darstellt, aber zu der Zoologie viel engere Beziehungen besitzt als zu der Geologie. Immer zahlreicher wurden die Stimmen, die für eine Trennung der Paläozoologie von der Geologie eintraten und verlangten, daß mit der Überlieferung in der bisher herrschenden Verknüpfung von Geologie und Paläontologie zu brechen sei, wenn sich die Paläozoologie frei und erfolgreich entwickeln solle.

In der Tat ist an verschiedenen Orten diesem Bedürfnisse Rechnung getragen worden. An anderen Orten hat jedoch das Streben der Paläozoologen nach dieser Scheidung einen Sturm der Entrüstung unter den Geologen hervorgerufen. Waren es doch gerade die bizarren Formen und abenteuerlichen Riesen unter den „vorsintflutlichen“ Tieren, die seit altersher als die Wappentiere der Geologen galten, und noch heute ist in den weiteren Volksschichten die Vorstellung verbreitet, daß es die wichtigste Aufgabe der Geologen sei, die Tierwelt aus der Vorzeit der Erde unserem Verständnis zu erschließen.

Dieser Widerstand der Geologen gegen die Selbständigkeit der Paläozoologie hat bis zu einem gewissen Grade dadurch eine Förderung erfahren, daß sich die Zoologen nur in geringem Maße für diesen Unabhängigkeitskampf interessierten. Dies ist allerdings in den letzten Jahren anders geworden; auch unter den Zoologen brach sich allmählich die Erkenntnis Bahn, daß zwischen der Zoologie und der Paläozoologie ein engerer Zusammenschluß notwendig sei, als dies bisher der Fall war. Man begann einzusehen, daß beide Forschungsrichtungen in letzter Linie demselben Ziele zustreben und daß nur die Wege und Untersuchungsmethoden zum Teile verschieden sind. Diese Annäherung ist namentlich durch die Erfolge sehr gefördert worden, welche von der Paläozoologie auf morphologischem, ethologischem und phylogenetischem Gebiete in den letzten Jahren erzielt worden sind.

Derartige Kämpfe, wie sie gegenwärtig die Paläozoologie zu führen gezwungen ist, sind in der Geschichte der Wissenschaften keine vereinzelte Erscheinung. Sie haben sich immer dann abgespielt, wenn sich auf irgend einem wissenschaftlichen Grenzgebiete eine neue Forschungsmethode siegreich Bahn brach. Überall dort, wo einzelne Forscher ihre eigenen Wege zu gehen begannen, die sie aus den Gehegen einer erbeingewonnenen und veralteten Richtung herausführten, sind diese Eroberungszüge in ein wissenschaftliches Neuland

zuerst scheelen Blickes angesehen und wohl auch belächelt, dann aber, als man den Ernst und die Bedeutung der neuen Forschungsrichtung erkannt hatte, erbittert bekämpft worden. Erfreulicherweise hat in solchen Fällen niemals der alte, sondern immer der neu aufstrebende Forschungszweig den Sieg davongetragen, wenn die junge Wissenschaft zur Abspaltung reif war und einen umfangreichen Komplex von Problemen aufzurollen vermochte, die nach der alten Methode und im alten Rahmen nicht mehr gelöst werden konnten.

Wer einmal den Weg der paläozoologischen Forschung betreten hat, der wird, glaube ich, unbeirrt jene Straße verfolgen, die er und seine Kameraden als die rechte erkannt haben. Er wird die Lücken seiner Kenntnisse zu schließen trachten, mögen sie auf geologischem oder auf zoologischem Gebiete liegen; mit Scheuklappen wird ja wohl überhaupt kein richtiger Forscher seinen Weg gehen wollen, namentlich dann, wenn er sich ein Grenzgebiet als Arbeitsfeld gewählt hat.

Um den Fortschritt und die Entwicklung der Paläozoologie braucht niemandem bange zu sein, mag auch der Streit um die Trennung der Geologie und der Paläozoologie an den deutschen Universitäten wie immer entschieden werden. Wo an alten, erstarrten Überlieferungen festgehalten wird, werden sich eben die Paläozoologen ihren persönlichen Weg schwerer erkämpfen müssen, aber die Forschung selbst wird, wenn sie wirklich das reine Ziel und nicht nur einen Nebenzweck bildet, keinen Eintrag erleiden. Jene, welche den Mantel nach dem Winde drehen, werden überhaupt kaum jemals etwas Grundlegendes zu schaffen vermögen, mag es sich um Paläozoologie, Paläobiologie, Paläophylogenie oder um was immer für ein Forschungsgebiet handelt.

Fernerstehende könnten vielleicht zu der Vorstellung geführt werden, daß die gedeihliche Entwicklung der Forschung nur dann gewährleistet ist, wenn ihren Vertretern eine entsprechend große Zahl von Lehrstühlen an den Universitäten und den anderen Hochschulen eingeräumt wird. Daß diese Vorstellung falsch ist, zeigt die stattliche Reihe von Namen jener Forscher, die an Museen und anderen wissenschaftlichen Instituten oder sogar in freien Berufen und als Privatgelehrte ihr Leben einer bestimmten Forschungsrichtung geweiht und in ihr Grundlegendes geleistet haben. Die Bedeutung des großen Privatgelehrten von Down bleibt ungeschmälert, obwohl es ihm nicht vergönnt gewesen ist, auch durch das gesprochene Wort als Lehrer und Führer zu wirken. Die von ihm zur Wissenschaft ausgebauten Deszendenzlehre hat von seiner stillen Studierstube aus ihren Siegeslauf angetreten.

Freilich ist es unbestreitbar, daß die raschere Ausbreitung und Vertiefung einer Forschungsrichtung durch das gesprochene Wort in außerordentlichem Maße gefördert wird. Hunderte von Talenten, die auf einem ganz bestimmten Gebiete Hervorragendes zu leisten berufen gewesen wären,

gehen der Forschung verloren, wenn nicht der zündende Funke eines führenden Forschers und Lehrers die schlummernden Kräfte erweckt. Wo diese Möglichkeit vorhanden ist, dort wird sich ein Kreis von Schülern um einen Mittelpunkt scharen und von hier aus werden der Forschung immer neue, frische Kräfte zugeführt werden, die sonst vielleicht verloren gegangen wären.

Nicht nur der Ruhmestitel, sondern geradezu das Wesen der deutschen Universitäten besteht, wie *R. v. Wettstein* in seiner gehaltvollen und zündenden Rede bei Übernahme des Rektorats an der Wiener Universität am 20. Oktober 1913 betont hat, in der engen Verbindung von Forschung und Lehre. Hierin liegt ihre Bedeutung im geistigen Leben der Nation und ihr gewaltiger Einfluß auf die allgemeine Kultur.

Wenn einer Forschungsrichtung ein gesunder Kern innewohnt, so wird sie sich unbedingt zur Blüte entfalten und ihr Aufstieg wird nicht verhindert werden können. Ein neuer Forschungszweig wird sich behaupten und weiter entwickeln, mag er einstweilen auf den Hochschulen auch nur durch schattenhafte und leblose Wiedergabe von Arbeiten anderer vertreten sein, die unbeirrt ihren eigenen Weg ziehen. Der Aufstieg und die Blüte der Paläozoologie würde im analogen Falle dort erfolgen, wo ihr eine kräftige Förderung zuteil wird, und sie wird, solange die Universitäten ihr ihre Pforten verschließen, ihre Heimstätte an den Museen finden. Wer jedoch das raschere Aufblühen der neu aufstrebenden Paläozoologie und eine innigere gegenseitige Durchdringung der Zoologie und Paläozoologie erhofft, der wird auch wünschen, daß ihr allenthalben und so auch an den Universitäten die Wege geebnet werden.

Künstliche und natürliche Mißverständnisse können vielleicht den Entwicklungslauf der Paläozoologie in engeren Grenzen hemmen, aber nicht mehr unterbinden; sie wird nie mehr auf jene Zeit zurückgeschraubt werden können, da ihr einziges Ziel in der Schaffung einer Grundlage für die geologische Formationskunde bestand.

## Zuschriften an die Herausgeber.

### Parallelstellung von Atomen und Polarisierung ihrer Lichtemission durch das elektrische Feld<sup>1)</sup>.

Wenn die Atome eines chemischen Elements elektrische Dipole sind, also eine elektrische Hauptachse besitzen, dann werden sie durch ein äußeres elektrisches Feld alle parallel gestellt, falls sie keine rotatorische Bewegung besitzen; falls diese Bedingung nicht erfüllt ist, falls sie also, wie es in Wirklichkeit zutrifft, entsprechend der gegebenen Temperatur in einer Drehbewegung begriffen sind, dann zwingt sie das elektrische Feld, mit ihren elektrischen Hauptachsen um seine Achse zu pendeln, und macht ihre Abweichung von seiner Achse hierbei um so kleiner, je größer seine Stärke ist.

<sup>1)</sup> Vorläufige Mitteilung.

Können in den angenähert parallel gestellten Atomen eines Aggregats gewisse Elektronen nur für Schwingungen parallel einer ausgezeichneten Atomachse, etwa parallel der elektrischen Hauptachse, Licht emittieren, so muß einem Beobachter das Licht dieser Elektronen von Seite des Atomaggregats zum Teil geradlinig polarisiert erscheinen, insofern in gewissen Emissionslinien des Aggregats die Schwingungen parallel der Feldachse intensiver sind als diejenigen senkrecht dazu.

Umgekehrt, läßt sich der Fall auffinden, daß gewisse Serienlinien der Atome eines Elements durch das elektrische Feld zum Teil polarisiert werden, so läßt sich daraus folgern, daß die Atome als elektrische Dipole eine elektrische Hauptachse besitzen und daß außerdem in ihnen Elektronen vorkommen, welche nur in Schwingungen parallel einer ausgezeichneten Achse Licht emittieren.

Einen solchen Fall habe ich kürzlich aufgefunden, und zwar zunächst im Spektrum des Lithiums. In diesem kommt je eine Hauptserie, eine erste, zweite und dritte Nebenserie vor. Untersucht man nun das Lithiumspektrum in einem starken elektrischen Feld, so sind die parallel zum Feld schwingenden Linienkomponenten (*p*-Komponenten) bei der Hauptserie, ersten und zweiten Nebenserie nicht merklich intensiver als die senkrecht dazu schwingenden Komponenten (*s*-Komponenten). Anders dagegen verhalten sich die Linien der dritten Nebenserie; sie werden durch das elektrische Feld ohne Zerlegung nach längeren Wellen verschoben, ihre einzige *p*- und ihre einzige *s*-Komponente hat also dieselbe Wellenlänge, jedoch — das ist das prinzipiell Neue — ist die *p*-Komponente im elektrischen Feld viel intensiver als die *s*-Komponente.

Neu ist ferner folgende merkwürdige Erscheinung. Während das Verhältnis der Intensitäten der Hauptserie, der ersten und zweiten Nebenserie durch das elektrische Feld nicht merklich geändert wird, hängt die Intensität der dritten Nebenserie im Verhältnis zu denjenigen der drei anderen Serien in erstaunlichem Maße von der Feldstärke ab. Für kleinere Werte derselben ist sie so gering, daß die dritte Nebenserie erst für Belichtungszeiten sichtbar wird, für welche selbst die zweite Nebenserie bereits überlichtet ist. Für große Feldstärken ist dagegen die dritte Nebenserie sehr viel intensiver als die zweite.

Aachen, Juli 1915.

J. Stark.

## Besprechungen.

Schaefer, Clemens, Einführung in die theoretische Physik. Bd. I, Mechanik materieller Punkte, Mechanik starrer Körper und Mechanik der Kontinua (Elastizität und Hydrodynamik). Leipzig, Veit & Co., 1914. XII, 925 S. und 249 Figuren im Text. Preis geh. M. 18.—, geb. M. 20.—.

Im Unterricht in der Mechanik an den Universitäten spielen bei uns noch immer die klassischen Vorlesungskurse von *Kirchhoff* und *Helmholtz* die Hauptrolle. Das ist wohl bis zu einem gewissen Grade darauf zurückzuführen, daß ein neueres, in sich abgeschlossenes Lehrbuch der Mechanik bisher fehlte; denn das Werk von *Kirchhoff* ist eigentlich für ein Lehrbuch in der Hand des Studierenden viel zu knapp, während bei *Helmholtz* die Hydrodynamik fehlt, und daher natürlich auch ihr Verhältnis zur Elastizitätstheorie keine genügende Beleuchtung findet. Unter

diesen Umständen ist das Erscheinen eines Werkes zu begrüßen, das, wie das angezeigte Schaefersche Buch, die Helmholtzsche Unterrichtsmethode mit ihrem dem Standpunkt des Studierenden angepaßten Maß der Breite des Vortrages in glücklicher Weise erneuert und ergänzt.

Der mathematische Apparat ist durch starke Berücksichtigung der Vektorrechnung modernisiert. Die Art der Einarbeitung der Begriffe Tensor, Tensortripel, lineare Vektorfunktion in die Lehre von den Trägheitsmomenten und in die Mechanik der Kontinua macht dabei einen besonders guten Eindruck. Die Darstellung der allgemeinen Dynamik wird hier und da soweit spezialisiert, daß der Anfänger auch die ihm vertrauteren Elemente der Statik, wie das Archimedische Prinzip, wiederfindet und so die Kontrolle seines Verständnisses an längst bekannte Grenzfälle anschließen kann.

Als roter Faden zieht sich durch das ganze Buch die strenge Unterscheidung zwischen Kinematik und Dynamik. So werden in den Bewegungsgleichungen die vom Bewegungszustand abhängenden Summanden deutlich von den äußeren Kräften unterschieden. In der Mechanik der Kontinua, wo die Verhältnisse komplizierter sind, treten zwischen die äußeren Massenkraftkräfte nebst Drucken und die kinetischen Deformationen noch die inneren Spannungen. Diese Systematik erleichtert das auch später für die Elektrodynamik erforderliche Verständnis dieser drei Arten von Größen.

Die Dynamik baut der Verfasser auf den beiden Impulssätzen auf; infolgedessen tritt die Gleichartigkeit von Masse und Trägheitsmoment als dynamische Materialkonstanten stark hervor. In der speziellen Dynamik ist besonders hübsch das Studium der Kraftwirkungen bewegter Körper auf einer Wageschale. Wenn man sich erinnert, wie wenig die meisten ausstudierten Physiker darüber zu sagen wissen, was eine Fliege in einem geschlossenen Gefäße wiegt, so wird man die Behandlung derartiger Fragen für sehr nützlich halten.

In der Mechanik der Kontinua überwiegt der spezielle den allgemeinen Teil stark an Umfang; das liegt an der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der hier in Betracht kommenden Erscheinungen. Die Kontinuitätsmechanik in ihrer allgemeinsten Fassung hat nämlich sämtliche veränderlichen Zustände anzugeben, die in einem sowohl Zug- wie Schubspannungen unterworfenen begrenzten Medium auftreten. Die einzelnen Spezialgebiete entstehen dann durch Einschränkungen dieser allgemeinsten Aufgabe. So wird beim elastischen Gleichgewicht, mit dem der Verfasser seine Spezialausführungen beginnt, auf die Veränderlichkeit des Zustandes verzichtet. Es folgt die Bewegung in einem unendlich ausgedehnten Medium, also Wellen; die Spezialisierung liegt hier in dem Fortfall der räumlichen Grenzbedingungen. Bei den Schwingungen der Stäbe und Platten trifft zeitliche Veränderlichkeit und räumliche Begrenzung zusammen, und die erforderlichen mathematischen Mittel, z. B. Integralgleichungen, sind dementsprechend recht bedeutende. In der Hydrodynamik braucht man zwar keine Rücksicht auf die Schubspannungen zu nehmen, solange man von der Reibung absieht; dafür aber führt die Unmöglichkeit, die Deformationen der Flüssigkeiten noch als klein anzusehen, zu der Notwendigkeit, die Vorgänge an einem bestimmten Raumpunkt von der Geschichte eines individuellen Massenteilchens zu unterscheiden. Zieht man aber auch die Reibung in Betracht und beachtet die Komplikationen, die die Wirbelbewegung der Flüssig-

keiten im Verhältnis zu der elementaren Rotation der elastischen Körper zeigt, so sieht man, daß die Hydrodynamik gegenüber der Elastizitätslehre durchaus nicht das einfachere Erscheinungsgebiet ist. Es wäre noch die Behandlung der kleinen Schwingungen hervorzuheben, da sie durch die Quantentheorie auch für den physikalischen Chemiker in den Vordergrund des Interesses gerückt ist.

Das Buch ist nach Inhalt und Systematik so ansprechend, daß man nur wünschen kann, die heranwachsende Physikergeneration möge es eifrig studieren; aber auch dem fertigen Physiker wird ein genaues Studium des prächtigen Werkes von wesentlichem Nutzen für seine Beherrschung der grundlegenden physikalischen Disziplin der Mechanik sein.

A. Byk, Berlin.

**Weinstein, Max B., Kräfte und Spannungen. Das Gravitations- und Strahlenfeld.** Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1914. VI, 64 S. Preis M. 2.—.

Der Verf. hat in seinem umfangreichen Buche „Physik der bewegten Materie und die Relativitätstheorie“ (Leipzig 1913) die Wege dargestellt, auf denen man zu den heutigen Vorstellungen von der Wirkungsweise der elektrodynamischen Kräfte gelangt ist. Das vorliegende kleine Werk ist wohl als eine summarische Übersicht über den Inhalt jenes Buches anzusehen; allerdings ist der Stoff erweitert, indem außer den elektrodynamischen Wirkungen auch die Schwerkraft berücksichtigt ist. Bei der großen Schwierigkeit der Untersuchungen kann man nicht verlangen, daß auf eng begrenztem Raume dem Gegenstande wirklich Genüge geschieht. Der Leser, der den Dingen zum ersten Male gegenübertritt, wird durch das kleine Buch schwerlich mehr als eine Anregung erhalten, sich mit den Problemen näher zu befassen. Diesen Mangel teilt übrigens die Weinsteinsche Schrift mit vielen anderen Heften der „Sammlung Vieweg“. Besonders hinzuweisen ist auf die wörtliche Mitteilung eines Briefes von Eöt-vös, in dem dieser dem Verfasser über die Genauigkeit seiner Messungen der Proportionalität von Schwere und Trägheit Mitteilung macht.

M. Born, Berlin.

**Abraham, M., Theorie der Elektrizität.** 2. Bd., Elektromagnetische Theorie der Strahlung. 3. Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. X, 402 S. und 11 Abbildungen. Preis geb. M. 11.—.

Das Lehrbuch von Abraham ist zweifellos die ragende Säule, um die sich alle neueren Arbeiten über die Theorie der Elektrizität herumrankten. Es verdient diese Bedeutung nicht nur durch die vorzügliche, knappe Darstellung, sondern auch durch die Vollständigkeit des Inhalts, der alle tiefen Fragen der Elektrodynamik umfaßt. Der Verf. ist bemüht, in jeder neuen Auflage den Fortschritten der Forschung gerecht zu werden. So brachte die zweite Auflage der „Theorie der Strahlung“ das Relativitätsprinzip, während die vorliegende dritte Auflage durch die Aufnahme der modernen Theorie des Magnetismus und einen kurzen Hinweis auf die neue Entwicklung der Gravitationstheorie ausgezeichnet ist. Auf die schöne Darstellung der Untersuchungen von Langevin und Weiß über den Magnetismus, die durch eine sorgfältige Berechnung des Verhaltens rotierender Ladungen vorbereitet wird, möchte ich besonders hinweisen. Der Platz für diese Dinge ist durch Fortlassen der strengen Theorie des starren Elektrons gewonnen, auf die man um so lieber verzichten wird, als die neuere relativistische Entwick-



lung in ganz andere Richtung weist. Hinsichtlich der Relativitätstheorie ist vielleicht zu bedauern, daß der Verf. sich nicht völlig zum vierdimensionalen Standpunkte *Minkowskis* aufschwingt; die Darstellung behält daher etwas Gezwungenes. Die neue Auflage wird dazu beitragen, dem Werke seine grundlegende Bedeutung zu erhalten.  
*M. Born, Berlin.*

**Auerbach, F., Die Physik im Kriege.** Eine allgemein verständliche Darstellung der Grundlagen moderner Kriegstechnik. Jena, Gustav Fischer, 1915. VI, 188 S. und 99 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 3,—, geb. M. 3,60.

Ein außerordentlich dankbares Thema, zumal wenn man, wie der Verfasser, die Physik als Grundlage der gesamten Technik auffaßt; immerhin hätte man auch der Chemie ihren unbestreitbaren Anteil an der Entwicklung der Sprengstofftechnik zugestehen sollen. Andererseits auch ein nahezu unerschöpfliches Thema mit einer Überfülle des Stoffes: die außerordentlich umfangreiche Verwendung der Optik im Kriege in Gestalt von Scheinwerfern, Zielfernrohren aller Art, Entfernungsmessern, Unterseebootperiskopen, photographischen Apparaten; weiterhin Röntgenstrahlen, Telegraphie und Telephonie mit und ohne Draht; Kriegsschiffe, Torpedos und Unterseeboote; Luftschiffe und Flugzeuge; Geschütze und Geschosse; Minen und Festungen. Das alles in den Umfang von 11½ Bogen zusammenzupressen ist ein undurchführbares Unternehmen und daran ist der Verfasser gescheitert. Vielfach findet man nur Namen, Hinweise auf Probleme und Bilder mit allzuknappem Text. Es mag zugegeben werden, daß aus Rücksichten auf die Zensur manches verschwiegen werden mußte, anderes nicht im einzelnen erörtert werden durfte. Wenn das Buch aber dem Leser Belehrung bieten wollte — und das ist doch schließlich sein Zweck —, so durften auf keinen Fall komplizierte technische Schnittzeichnungen ohne ein Wort der Erklärung gegeben werden, wie es an verschiedenen Stellen geschieht, z. B. bei den Rohrrücklaufgeschützen, um nur eines zu nennen. Recht spärlich ist auch der Abschnitt über Röntgenstrahlen geraten, in welchem man ein Wort über die zu ihrer Erzeugung dienenden Apparate vergeblich sucht. Alles in allem: das Buch, welches die Leistungen der Physik und man muß wohl — auch wenn man Physiker ist — unbedingt hinzufügen — der Technik, in diesem Kriege darstellt und würdigt, muß erst noch geschrieben werden. Es ist zu erwarten, daß das in Aussicht genommene Generalstabswerk der Technik die an eine solche Darstellung als selbstverständlich zu stellenden Ansprüche erfüllen wird.

*G. Berndt, Berlin-Friedenau.*

## Astronomische Mitteilungen.

**Atmosphärische Mondzeiten.** Wenn auch der Einfluß des Mondes, der in erster Linie die Ebbe- und Flutbewegungen der Meere bedingt, auf die Luftmassen der Erdhülle ein sehr geringer, einige zehntel Millimeter Druckschwankung nicht übersteigender ist und der Mond daher keinerlei Einwirkung auf die Wettergestaltung besitzt, so lassen sich doch deutlich kleine Mondzeiten in der Atmosphäre erkennen. In den Tropen, wo ein außerordentlich gleichmäßiger Luftdruck herrscht, hat man schon längst derartige, von der Mondstellung abhängige atmosphärische Zeiten mit Luftdruckunterschieden von etwa 0,2 mm

gefunden, aber in mittleren Breiten ist es erst *A. Wegener* (Marburg) neuerdings gelungen, Luftdruckzeiten von ähnlichem Betrage aufzufinden, wie aus dem im neuesten Heft der *Meteorologischen Zeitschrift* (1915, Heft 6) durchgeführten kritischen Untersuchungen hervorgeht.

**Einwirkung der Schwerkraft auf das Licht.** Nach der Theorie von Prof. *Einstein* wird ein Lichtstrahl beim Durchgang durch ein Gravitationsfeld abgelenkt und auch die Spektrallinien von zwei Lichtstrahlen, aus verschiedenen Gravitationsfeldern kommend, verschoben sich gegeneinander. Im neuesten Heft der *Zeitschrift Himmel und Erde* (1915, Heft 6) wird besonders darauf hingewiesen, daß zahlreiche Linien des Sonnenspektrums nach dem roten Spektrumende hin verschoben beobachtet worden sind. Für diese zunächst auffallenden Messungsergebnisse konnte Dr. *Freundlich* (Neubabelsberg) nach der Theorie von *Einstein* eine sehr befriedigende Erklärung durch den Einfluß der Schwerkraft auf die Lichtstrahlen geben. Ebenso zeigen die Lichtstrahlen am Sonnenrande eine größere Verschiebung nach Rot als die Strahlen aus anderen Gebieten des Zentralgestirns. Auch hierfür läßt sich ein Einfluß der Schwerkraft annehmen, da das Sonnenlicht am Rande aus größeren Tiefen stammt, wo auch eine größere Schwerkraft herrschen muß. Um die Einsteinsche Theorie des Einflusses der Schwerkraft auf die Lichtstrahlen ganz einwandfrei zu erweisen, müßten derartige Linienverschiebungen für einen möglichst großen Spektralbereich gemessen werden. Dies ließe sich am besten bei Gelegenheit einer totalen Sonnenfinsternis durchführen, und in der Tat sollte schon bei der letzten, am 21. August vorigen Jahres stattgehabten Sonnenfinsternis diese Prüfung der Einsteinschen Theorie durchgeführt werden. Leider störten die Wirren des inzwischen ausgebrochenen Weltkrieges jene wichtigen Untersuchungen, die nun bei der nächsten totalen Sonnenfinsternis wieder aufgenommen werden müssen.

**Zur Erklärung einiger Unregelmäßigkeiten in den Planetenbewegungen.** Sowohl beim Merkur als auch bei Venus und Mars sind unregelmäßige Bewegungen aufgefunden worden, die sich nicht ganz durch das Gesetz der allgemeinen Massenanziehung unter Zunahme der gegenseitigen Beeinflussung der Planeten erklären lassen. Um diese Widersprüche zwischen Theorie und Beobachtung aus der Welt zu schaffen, hat man verschiedene Annahmen in der Mechanik des Himmels aufgestellt, die in Nr. 4803 der *Astronomischen Nachrichten* von Dr. *E. Freundlich* (Sternwarte Berlin-Neubabelsberg) einer interessanten kritischen Untersuchung gewürdigt werden. Im großen und ganzen handelt es sich hierbei um vier Annahmen. Die erste beruht auf der hypothetischen Einführung neuer Planeten zwischen Sonne und Venus, die jedoch nach den Untersuchungen *Newcombs* nur eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit hat. Die zweite Annahme legt eine starke Abplattung der Sonne zugrunde, die aber nach den Diskussionen von Prof. *Harzer* so beträchtlich sein müßte, daß sie der direkten Messung des Sonnendurchmessers nicht entgangen wäre. Nach der dritten, besonders von *Hall* vertretenen Hypothese sollte der Exponent 2 im Nenner des allgemeinen Massenanziehungsgesetzes (Gravitation umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung) etwas geändert werden. Aber auch diese Annahme führt zu keinem positiven Ergebnis. An vierter Stelle steht die besonders von Prof. *Seeliger* (München) vertretene Annahme,

daß interplanetare Massen, die auch das Tierkreislicht durch Reflexion der Sonnenstrahlen erzeugen sollen, die unregelmäßigen Planetenbewegungen zu erklären imstande seien. Diese Erklärung hat in der neueren Astronomie ziemlich allgemeine Verbreitung gefunden und galt bisher für die wahrscheinlichste. Aber nach den vorliegenden kritischen Untersuchungen von Dr. *Freundlich* folgt doch, daß auch diese Annahme interplanetarischer Massen für die Erklärung der Planetenanomalien nicht ausreicht und daß diese ganze, für die Himmelsmechanik so wichtige Frage noch weit von der Lösung entfernt ist.

A. Marcuse.

### Kleine Mitteilungen.

**Blütenfarben.** Die Ursachen der Mannigfaltigkeit und Veränderlichkeit der Blütenfarben ist durch die Reindarstellung der Anthocyane und deren genaues Studium durch *Willstätter* (*Annal. d. Chem.* 408, 1 [1915]) in weitgehendem Maße aufgeklärt worden. Sie beruht einmal in dem Auftreten verschiedener Anthocyane in einer Pflanzenart oder sogar in einer Blüte, dann auf den großen Schwankungen im Farbstoffgehalt; ferner ist von großem Einfluß die Reaktion des Zellsaftes und schließlich das Auftreten gelber Pigmente verschiedener Art. Die Anthocyane selbst sind in neutraler Lösung violett, sie bilden blaue Alkalisalze und rote Salze mit Säuren. Mit Alkalien werden sie leicht in farblose isomere Verbindungen umgewandelt, die ihrerseits intensiv gelbe Alkalisalze liefern. So durchlaufen die Anthocyane je nach dem Medium und der Behandlung eine ganze Farbenskala von rot, violett, blau, grün, gelb; denn wenn die Isomerisierung nur zum Teil stattfindet, so tritt die Mischfarbe von blau und gelb, also grün, auf. Diese Erscheinung erklärt nicht in allen Fällen, warum die Anthocyane, wie längst bekannt, mit Alkalien einen Farbenumschlag nach grün geben. Dies rührt oft daher, daß gelbe begleitende Pigmente der Anthocyane, die in neutraler oder saurer Lösung fast farblos erscheinen, mit Alkalien erst ihre intensive Färbung annehmen. Merkwürdigerweise enthalten mitunter Blüten verschiedener Pflanzen von ganz verschiedener Farbe dennoch das gleiche Anthocyan, während andererseits nahe verwandte Pflanzen verschiedene Anthocyane aufweisen. So enthalten die blaue Kornblume, die Rose und die violettrote Pelargonie das gleiche Anthocyan, nämlich das *Cyanin*, aber einmal im alkalischen Medium (Kornblume), in den anderen Fällen im sauren oder neutralen. Die rosenfarbige Kornblume enthält nicht etwa Cyanin in saurem Zellsaft, sondern das sauerstoffärmere *Pelargonin*, welches auch in der Scharlachpelargonie und in scharlachroten Gartendahliaen gefunden wurde, in den braunroten Gartendahliaen aber wieder durch das Cyanin ersetzt ist. Die dunkelpurpurrote, gefüllte Kornblume enthält wohl das gleiche Cyanin wie die Feldkornblume, aber in einer Menge von ca. 14 %, letztere nur zu ca. 0,7 %. Man ersieht aus diesen Beispielen bereits, daß die Blütenfarben fast mehr von der Reaktion des Zellsaftes und der Menge der Farbstoffe als von deren chemischer Struktur abhängen. Wie schon angedeutet, gilt dies auch von gelben und grünen Nuancen. Die gelbe Färbung kann 1. von den Carotinoiden (Carotin und Xanthophyll), das sind indifferente Kohlenwasserstoffe, 2. von den meist als Glukoside auftretenden und den Anthocyanen chemisch nahestehenden Flavon- und

Flavonolderivaten (Anthoxantine) oder schließlich 3. von dem chemisch noch nicht untersuchten Anthochlor der Botaniker herrühren. Diese gelben Pigmente werden in Mischung mit den verschiedenen Anthocyanen nicht nur grüne, sondern alle denkbaren Nuancen hervorbringen können.

G. T.

**Über die Bildung von Milchsäure und Glycerin bei der alkoholischen Gärung** geben die Untersuchungen von *M. Oppenheimer* (*Zeitschr. f. physiol. Chem.* 89, 45 und 63 [1914]) bemerkenswerte Aufschlüsse. Milchsäure wurde längere Zeit hindurch als das Zwischenprodukt der Zuckerspaltung bei der alkoholischen Gärung angesehen, wiewohl *Pasteur* schon 1858 festgestellt hatte, daß diese Säure bei bakterienfreier Gärung durch lebende Hefe nicht aufträte. *Buchner* und *Meisenheimer* fanden sie wiederholt bei zellfreier Gärung; in einzelnen Fällen verschwand auch zugesetzte Milchsäure. Die Annahme, daß Milchsäure das vielgesuchte Zwischenprodukt sei, schien dadurch gekräftigt, bis diese Autoren selbst wie auch *Slator* nachwiesen, daß die Milchsäure durch lebende Hefe nicht oder nur sehr langsam und unvollständig vergoren werde. Dagegen wurde wahrscheinlich gemacht, daß die Milchsäure ein Nebenprodukt der Gärung darstellen dürfte; als Muttersubstanz derselben wurde Glycerinaldehyd, Methylglyoxal, Dioxyaceton und auch Brenztraubensäure in Betracht gezogen. *Oppenheimer* konnte zeigen, daß die Milchsäure bei der Gärung mittels Hefemacerationssaft nach *v. Lebedew* unter Bakterienausschluß entsteht und aus dem Zucker gebildet wird, wahrscheinlich über Glycerinaldehyd. *Oppenheimer* bestätigt die Annahme, daß Milchsäure ein Nebenprodukt der Gärung sei, und tritt für die Anschauung ein, daß sie der verminderten Gärkraft der Enzyme des Saftes ihre Entstehung verdankt. Eine Reinkultur lebender Hefezellen läßt die Milchsäurebildung nicht aufkommen, dagegen ist die Bildung um so stärker, je mehr die Gärkraft geschädigt oder vorübergehend gehemmt wird. Ähnliches gilt für das Glycerin; auch dieses entstammt dem Zucker, nicht wie *Delbrück* (1903) annahm, dem Fett der Hefezellen oder den Eiweißstoffen, beziehungsweise Nucleinsubstanzen (*Carracido* 1904, *F. Ehrlich* 1909). Als Muttersubstanz kommt nach *Oppenheimer* in erster Linie Dioxyaceton, dann Glycerinaldehyd in Frage. Auch das Glycerin ist ein Nebenprodukt der Gärung und es häuft sich in dem Maße an, als die Gärkraft geschwächt wird. Zum Unterschiede von der Milchsäurebildung erscheint das Glycerin aber auch, wie bekannt, bei der Gärung mit lebender Hefe, aber in weit geringerer Menge als bei Verwendung von Hefesaft, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Gefundene Glycërinmenge in Prozenten des Zusatzes:  
2,5—3,6 % bei Zuckergärung durch lebende Hefe (*Pasteur*),  
5—6 % bei Zuckergärung durch Hefepreßsaft (*Buchner* und *Meisenheimer*),  
3—12 % bei Zuckergärung durch Macerationssaft (*Oppenheimer*).

G. T.

**Estolide** sind natürliche, den Peptiden und Depsiden analog zusammengesetzte Verbindungen. Während Peptide sich bekanntlich aus Aminosäuren aufbauen durch Zusammenschluß der Aminogruppen mit den Säuregruppen benachbarter Moleküle, die Depside (der Gerbstoffe und Flechtenstoffe) in ähnlicher Weise aus Phenolcarbonsäuren durch Veresterung gebildet werden, sind die Estolide als Ester von höhermoleku-

laren Oxyfettsäuren aufzufassen, im Sinne des folgenden Schemas:



Die Estolide der Oxylaurin- oder Sabininsäure  $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_3$  und der Oxypalmitin- oder Juniperinsäure  $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_3$  sind von *Bougault* in Coniferenblättern gefunden worden. Sie bilden dort Wachse, die sich von allen anderen Wachsorten bezüglich der Konstitution wesentlich unterscheiden, da sie bei der Verseifung nicht in hochmolekulare Säuren und diesen meist verwandte Alkohole zerfallen, sondern nur Oxy-säuren liefern. G. T.

**Vicin.** Das Auftreten von Blausäure beim Anrühren von gepulverten Wicken (*Vicia sativa*) mit Wasser ist schon 1870 von *H. Ritthausen* konstatiert worden, später von *Greshoff*, *Bruyning-v. d. Harst* und anderen auch bei weiteren Wickenarten.

*Ritthausen* hatte die Blausäurebildung in Zusammenhang mit dem von ihm in Wicken entdeckten Glukosid *Vicin* gebracht, was indessen nicht zutrifft; die Blausäure entstammt vielmehr der Spaltung des *Vicianins*. Das *Vicin* ist, wie kürzlich durch die Untersuchungen von *Johnson* und *Johns*, *P. A. Levene*, *E. Fischer* gezeigt wurde, ein *Pyrimidinglukosid*. Es steht offenbar in Beziehung zu den Nucleinsäuren und seiner vermutlichen allgemeineren Bedeutung wegen hat es nunmehr die Aufmerksamkeit der ausgezeichnetsten Chemiker auf sich gezogen. Die bisherigen Untersuchungen lehren, daß *Vicin* eine Verbindung von d-Glukose mit *Divicin*, einem Dioxydiaminopyrimidin der Formel  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2\text{N}_4$ , sei. Über die Struktur dieser letzteren Verbindung lauten die Angaben der oben genannten Forscher noch nicht übereinstimmend. G. T.

**Holzzellulosepulver.** Zur Gewinnung des rauchlosen oder rauchschwachen Pulvers geht man bekanntlich von der Baumwolle aus. Es ist von Bedeutung, daß nach Berichten von Prof. *C. G. Schwalbe* und *A. Schrimpf* aus der neuen „Versuchsstation für Zellstoff- und Holzchemie“ (Zeitschr. f. anorg. Chem. 27, 662, 1914) es nunmehr auch gelungen ist, aus verschiedenen Handelszellulosen (Holzzellulosen) Nitrozellulosen darzustellen, welche den behördlichen Anforderungen entsprechen, so daß die Verunreinigungen keinen bleibenden Einfluß auf die Stabilität des fertigen Produktes haben. In der Kunstseidefabrikation ist der Ersatz der Baumwolle durch die Holzzellulose mit der Ausgestaltung des Viscoseverfahrens ausführbar geworden. Die auf diesen Gebieten mögliche Verdrängung der Baumwolle durch die billigere Holzzellulose hat im Augenblick besonders für Länder wie Deutschland, die gezwungen sind, sich vom Ausland möglichst frei zu machen, besonderes Interesse. Sie dürfte aber auch in späteren Friedenszeiten von volkswirtschaftlicher Bedeutung bleiben. G. T.

Vor einigen Jahren hatte *R. E. Liesegang* eine neue Erklärung der Bänderung in den Achaten gegeben. Manche Gebilde in diesen Steinen harrten jedoch noch einer besonderen Deutung. Die so häufig darin vorkommenden Röhren und Zapfen bezeichnet er jetzt als **Pseudostalaktiten**, (*Geolog. Rundschau* 5, S. 241, 1914.) Sie sind nicht unter dem Einfluß der Schwerkraft von oben nach unten gewachsen, sondern in der gleichen Weise wie die bekannten Silikatgewächse. Man kann diese Formen nachahmen, indem man einen Eisenvitriolkristall in eine Wasserglaslösung wirft. — In

einer Arbeit „über den ehemaligen Zustand der Kieselsäure in den Melaphyr-Mandelräumen“ (*Silikat-Ztschr.* 2, Nr. 9, 1914) weist *Liesegang* nach, daß auch andere Anzeichen dafür sprechen, daß die Kieselsäure zeitweise nicht in Gallertform, sondern in Lösung vorhanden war. So die horizontalen Bänder mancher Uruguay-Achate. Ahmt man die konzentrische Bänderung der Achate durch rhythmische Fällung von Silberchromat nach, so treten oft eigenartige Störungen des Linienverlaufs auf. Der Umstand, daß diese Erscheinungen, welche *E. Küster* (*diese Zeitschr.* 2, Nr. 4, 1914) als „scheinbare Verwerfungen“ bezeichnet, bei den Achaten bisher nicht beobachtet wurden, konnte als ein Einwand gegen die Zulässigkeit der Theorie aufgefaßt werden. Nun gelang es aber *Liesegang* (*Festband f. M. Bauer*, S. 268, 1914), die gleichen Störungen an einem Jaspis und anderen natürlichen Objekten nachzuweisen. L.

**Die Vielfarbigkeit des fein verteilten metallischen Silbers**, welche der Photograph besonders bei der Entwicklung von Chlorsilberpapieren beobachten kann, ist von *Wo. Ostwald*, *Lüppo-Cramer* und anderen Forschern auf die verschiedene Größe der Silberteile zurückgeführt worden. *R. E. Liesegang* weist auf einen Versuch hin, welcher diese Anschauung stützt. (*Zeitschrift f. wiss. Photogr.* 14, S. 343, 1915.) Setzt man zu einer silbernitratthaltigen Gelatinelösung etwas Hydrochinonlösung, so bleibt die Mischung zuerst einen Bruchteil einer Minute ganz klar, dann wird sie in der Durchsicht gelb, orange, rot, braun, oliv, grün, schwarz. Durch rasches Erstarrenlassen dünner Aufstriche der Lösung auf Glas kann man zuweilen alle diese Stadien dauernd nebeneinander erhalten. Da man annehmen muß, daß die eigentliche chemische Umsetzung sofort erfolgt, kann sich die undurchsichtige schwarze Schicht von der ersten glasklaren nicht durch den Gehalt an metallischem Silber unterscheiden, sondern nur durch die Größe der Teilchen. Aber die Art ihres Anwachsens muß doch eine andere sein als diejenige in den photographischen Papieren. Denn bei obigem Versuch wird es in der Hauptsache durch das Erstarren der Schicht gehemmt; bei letzteren schreitet es aber innerhalb der festen Schicht weiter fort. Der Unterschied wird darin bestehen, daß in dem einen Fall größere Molekülkomplexe agglutinieren, in dem andern dagegen übersättigt recht gelöstes Silber sich auf den vorhandenen Teilchen ausscheidet. L.

**Nahe Beziehungen der Gestalt zur chemischen Zusammensetzung** waren bisher bei den Kristallen bekannt. Andererseits bricht sich die Erkenntnis immer mehr Bahn, daß derartige Beziehungen auch bei den Organismen vorhanden sind. Die zuweilen angestellten Vergleiche dieser beiden Tatschengruppen schienen jedoch etwas gewagt. Eher wird der Biologe dagegen auf Erscheinungen zurückgreifen können, welche *R. E. Liesegang* bei Versuchen über die Bildung nicht kristalliner Niederschläge in Gallerten beobachtete (*Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organismen* 39, S. 362, 1914). Dieser ließ in einer Schicht von Gelatinegallerte von aufgesetzten Tropfen aus Silbernitrat- und Kaliumbichromatlösung gegeneinander diffundieren. Dort, wo sich die beiden Salzlösungen trafen, entstanden sehr eigenartig gefiederte Niederschläge von rotem und schwarzem Silberchromat. Dieselben änderten ihre Form bei Gegenwart von geringen Spuren Säure in so charakteristischer Art, daß aus der Form der Säuregehalt erschlossen werden konnte. L.

## Zeitschriftenschau.

(Selbstanzeigen.)

### Meteorologische Zeitschrift; Heft 5, Mai 1915.

*Tafeln der Sonnenfleckenhäufigkeit für die Tätigkeitsperiode von 1901 bis 1914; von A. Wolfer.*

Die Hörweite des Kanonendonners bei der Belagerung von Antwerpen; von Wilh. Meinardus. Der Donner der deutschen schweren Geschütze ist bei der Belagerung von Antwerpen Anfang Oktober 1914 weitlich hörbar geworden. Wie schon bei früheren starken Erschütterungen des Luftmeeres (Dynamitexplosionen, Vulkanausbrüchen) beobachtet wurde, ist auch in diesem Fall das Verbreitungsgebiet des Schalls durch eine „Zone des Schweigens“ in ein inneres, der Schallquelle benachbartes normales Schallfeld und in ein äußeres geteilt worden. Das innere Schallgebiet erstreckte sich nach holländischen Beobachtungen bis auf eine Entfernung von 100 km von Antwerpen ost- und nordwärts. Jenseits davon folgt eine etwa 60 km breite Zone, in der nichts gehört wurde. Dagegen lag darüber hinaus in einer Entfernung von 160 bis mindestens 230 km von Antwerpen das äußere Schallgebiet. Die äußersten Orte mit Schallwahrnehmungen waren Gronau, Coesfeld, Hagen in Westf. Über die Ursache der Schallteilung in mehrere Gebiete sind die Ansichten noch geteilt.

Über die Hörbarkeit von Kanonendonner, Explosionen und dergl.; von J. N. Dörr. Verf. weist an der Hand zahlreicher kriegsgeschichtlicher Belege auf die Bedeutung des Hörbarwerdens des Geschützkampfes für die Kriegsführung hin; es werden insbesondere jene Ursachen hervorgehoben, die auf die Unterdrückung des Schalles schon in auffallend geringen Entfernungen von Einfluß sind. Eine Übersicht gibt mehrere Beispiele größter Entfernungen, in denen noch Kanonendonner, Explosionen, Vulkanausbrüche u. dergl. hörbar waren.

Meeresströmungen und Winde in der Adria; von Ed. Mazelle. Hier werden die ersten Ergebnisse der österreichischen Flaschenposten in der Adria veröffentlicht. Aus 130 eingelangten Flaschenposten lassen sich vorerst die zwei bekannten Oberflächenströmungen längs der östlichen Küste in nordwestlicher Richtung (mittl. Geschwindigkeit 4 Seemeilen pro Tag) und längs der westlichen Küste in südöstlicher Richtung (Mittel 7 Seemeilen pro Tag) erkennen, zusammenhängend mit den an der südlichen Ostküste vorherrschenden südöstlichen und an der Westküste vorherrschenden nordwestlichen Winden. In der mittleren Adria, zwischen den Linien Porer—Ravenna und Punta d'Ostrogargano, ergeben sich Strömungen von der österreichischen zur italienischen Küste, die vorerst eine westliche Richtung einschlagen, um dann in eine südöstliche längs der italienischen Küste überzugehen (Mittel 5 Seemeilen pro Tag). Im nördlichen Teile der Adria resultiert ein zyklonaler Strömungsverlauf (3 Seemeilen pro Tag) und auch in der südlichsten Adria eine gegen die Uhrzeiger gehende Bewegung (5 Seemeilen pro Tag).

### Meteorologische Zeitschrift; Heft 6, Juni 1915.

System der Hydrometeore; von G. Hellmann. Nach einer historischen Einleitung, in der hervorgehoben wird, wie relativ spät eine strenge Terminologie der Kondensationsformen des atmosphärischen Wasserdampfes angebahnt wurde, wird der Versuch gemacht, ein möglichst vollständiges und alle Formen erschöpfendes System der Hydrometeore aufzustellen und zu begründen. Dabei kam es mehr darauf an, die einzelnen Formen der Ausscheidung des Wasserdampfes gegeneinander abzugrenzen, als die Theorie der Erscheinungen zu entwickeln, immerhin fand der genetische Standpunkt möglichste Beachtung. Das System enthält diejenigen Kondensationsformen des atmo-

sphärischen Wasserdampfes, die selbständige Erscheinungen darstellen. Sie sind in die drei natürlichen Gruppen eingeordnet: unmittelbare Kondensation an oder nahe der Erdoberfläche, unmittelbare Kondensation in der freien Atmosphäre (Wolken), mittelbare Kondensation in der freien Atmosphäre (Niederschläge). Innerhalb jeder Gruppe sind die festen und die flüssigen Formen einander gegenübergestellt.

Zur Frage der atmosphärischen Mondgezeiten; von Alfred Wegener. Die Arbeit bringt eine neue Diskussion der von Börnstein 1891 erhaltenen Ergebnisse der Luftdruckregistrierungen von Keitum (1878—87), Hamburg, Berlin und Wien (je 1884—88), welche für den Mond-Tag nicht die erwartete Doppelwelle, sondern nur eine einfache Schwankung ergaben. Während Börnstein annahm, daß diese Schwankung als ganztägige keine Gezeitenwelle sein könne, wird vom Verfasser gezeigt, daß es sich um die „tägliche Ungleichheit“ der Gezeitenwelle handelt, die bei den extremen Monddeklinationen ihren größten Betrag erreicht und bewirkt, daß die eine Schwingung der Doppelwelle viel größer wird als die andere und so eine einfache Welle vortäuscht. Die Beobachtungen zeigen in der Tat, daß diese einfache Welle verschwindet, wenn die Monddeklinations Null wird, und daß sie sich um 12 Stunden verlagert, wenn die Deklination das Vorzeichen wechselt. Damit sind die atmosphärischen Mondgezeiten auch in unseren Breiten nachgewiesen.

P. Range über das Klima des Namalandes, Deutsch-Südwestafrika; von J. v. Hann.

Der jährliche Temperaturgang auf der großen Tiefebene in Ungarn; von J. Hegyföky. Der Temperaturgang wird pentadenweise laut den 61 jährigen (1851—1911) Daten der Stationen von Debreczen, Turkeve und Szeged dargestellt. Die Daten von Turkeve (1892—1911) wurden zuerst nach den genannten Stationen auf 61 Jahre reduziert. (Mittlere Lage 46° 57' n. Br., 20° 51' ö. L. Gr.; 104 m Seehöhe.)

Die Pentade vom 1.—5. Januar weist die niedrigste (— 2,8° C.), die vom 25.—29. Juli die höchste (22,7° C.) Temperatur auf. Im aufsteigenden Ast kommt in der Pentade vom 10.—14. Juni 34 bis 35 mal eine auffallende Temperaturerniedrigung, im abfallenden vom 28. Sept. bis 2. Okt. 36 bis 38 mal eine Temperatursteigerung vor. Zu Turkeve kamen im Juni in 23 Jahren 14 vor mit einer Temperaturerniedrigung von 3 bis 6,9° C. zwischen zwei Pentaden, welche durch größere Bewölkung, häufigere Regentage und häufigeren Nordwind verursacht waren. Die Pentade der Wärmesteigerung in 16 Pentaden (28. Sept. bis 2. Okt.) ist begleitet von einer Zunahme der stärkeren Südwinde, von mehreren Regentagen, mehr Regen und etwas größerer Bewölkung. Auf der Tiefebene sind laut 5 Stationen im Juni die W, NW, N, NE, im Oktober die E, SE, S, SW die häufigeren; Monsunindex 14,0. Im Juni sind die meisten Gewitterausbrüche zwischen 1—4 p., welche die Temperatur um 2 p. erniedrigen. Der Wechsel der Luftdruckverteilung über dem Atlantischen Ozean im Sommer und Herbst, die wandernden Depressionen mit ihren Gewittern verursachen die Kälterückfälle im Juni und die Wärmerückfälle im Herbst.

Die Bestimmung der Luftströmungen in der Höhe mittels Pilotballon; von W. Köppen.

Temperaturinversionen in etwa 4000 m Höhe in der Nähe der Alpen; von H. U. Sverdrup. Die Inversionen und Isothermen zwischen 3500 und 4500 m sind häufiger in der Nähe der Alpen als in größerer Entfernung derselben. Eine ausgeprägte Schichtgrenze in der Kammböhe der Alpen scheint sich besonders dann bemerkbar zu machen, wenn Lufttransport quer zur Alpenkette stattfindet.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 33.

13. August 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Geologisches vom westlichen Kriegsschauplatz.  
Von *Privatdozent Dr. Edw. Hennig, Charlottenburg* S. 425.

Der Einfluß der Stadtkultur in biologischer Beziehung.  
Von *H. Fehlinger, München*. S. 429.

### Besprechungen:

Schoenichen, W., Methodik und Technik des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Von *Th. Krumbach*. S. 431.

Schmid, Bastian, Handbuch der naturgeschichtlichen Technik für Lehrer und Studierende der Naturwissenschaften. Von *Th. Krumbach*. S. 431.

Röseler, Paul, und Hans Lamprecht, Handbuch für biologische Übungen. Von *Th. Krumbach*. S. 431.

Kleine Mitteilungen. S. 434—436.

Die Hörweite des Kanonendonners. Interferenz der Röntgenstrahlen und Kristallstruktur. Elektrische Leitfähigkeit kolloider Lösungen.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 436.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik. S. 436.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Im Februar 1914 erschien:

## Handbuch für biologische Übungen

Von

**Prof. Dr. Paul Röseler**

Direktor der Luisenschule  
zu Berlin

und

**Hans Lamprecht**

Oberlehrer an der Friedrichs-Werderschen  
Oberrealschule zu Berlin

### Zoologischer Teil

Mit 467 Textfiguren

Preis M. 27.—; in Leinwand gebunden M. 28.60

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**



## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

# ZEISS PUNKTAL-GLÄSER

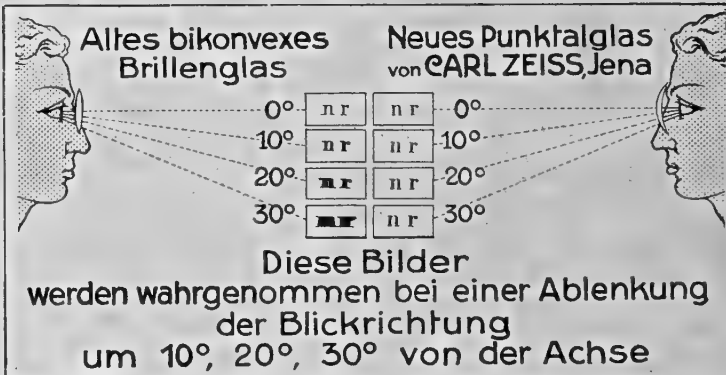
Neue punktuell abbildende Brillengläser

**Korrektions-  
brillengläser**

für Kurz- u.  
Weitsichtige

**Deutliche  
Abbildung**

bei jeder Blick-  
richtung von der  
Mitte bis zum  
Rand des Glases



**Wesentlich  
grösseres  
Blickfeld**

als bei den ge-  
wöhnlichen  
Brillengläsern

**Ausnutzung  
der  
natürlichen  
Beweglichkeit  
des Auges**

Der Träger von Zeiss-Punktalgäsern orientiert sich in der Umgebung ebenso wie der Normalsichtige durch das Blicken. Die Beweglichkeit seiner Augen wird nicht eingeschränkt wie es bei den alten Brillengläsern der Fall ist, die den Brillenträger beim Fixieren oben, unten oder seitlich gelegener Objekte zu Kopfwendungen nötigen.

Brillen mit Punktalgäsern sind daher ohne Mechanismus auch als Schießbrillen verwendbar

Zeiss - Punktal - Gläser  
sind nur durch Optiker  
zu beziehen

Berlin  
Hamburg



Wien  
Buenos  
Aires

Prospekt Opto 49  
kostenfrei

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

## Energie, Leben und Tod

Vortrag,

gehalten in Wien in der „Wiener Urania“ am 7. Februar 1914

Von

**Franz Tangl**

a. ö. Professor an der Universität Budapest

Preis M. 1.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

13. August 1915.

Heft 33.

## Geologisches vom westlichen Kriegsschauplatze.

Von Privatdozent Dr. Edw. Hennig,  
Charlottenburg.

Im Stuttgarter Naturalienkabinett und im Frankfurter Senckenbergischen Museum konnten geologische und paläontologische Kriegsschausammlungen ausgestellt werden. Kistenweise gingen die Fossil- und Mineralfunde unserer tapferen Feldgrauen ein. Der Schützengrabenkrieg brachte selbst den in ausgiebigste Berührung und Beschäftigung mit dem Erdboden, dem solche Dinge sonst fern liegen. Tatsächlich wird ja das Augenmerk des Süd- und Westdeutschen von Jugend auf ganz anders auf die Zusammensetzung und Fossilführung der Erdschichten gelenkt, als es im norddeutschen Flachlande der Fall zu sein pflegt. Dort sind auch dem Bauern Versteinerungen nichts Ungewohntes, hier kann man selbst in akademisch gebildeten Kreisen auf die allervollkommenste Unkenntnis von deren Vorhandensein und Bedeutung stoßen. Was von Nichtfachleuten in unseren Kolonien an Material und Beobachtungen geologischer oder paläontologischer Art gesammelt worden ist, verdanken wir nahezu ausschließlich bayrischen und schwäbischen Offizieren, Beamten, Missionaren oder Kaufleuten.

Die kilometer- und meilenlangen Aufschlüsse in frischem Boden und Gestein, welche die Schützengräben darstellen, und der lange Aufenthalt darin haben jetzt aber, wie sich beobachten läßt, auch norddeutschen Soldaten in ähnlichem Maße den Blick geschärft und das Interesse geweckt. Steckt doch die Liebe zur Natur und ein grüblerischer Forscherdrang im ganzen deutschen Volke! So kommen denn auch mancherlei Fragen aus dem Felde, die es angezeigt erscheinen lassen, einmal einiges von den Erscheinungen, die diesem oder jenem aufgefallen sind, vor einem weiteren Leserkreise zu behandeln und aus der Entstehungsgeschichte des Landes soviel herauszugreifen wie erforderlich ist, um die großen Zusammenhänge klarzulegen.

Im *Rheinischen Schiefergebirge* und in den *Ardennen* liegt ein kleines Teilstück des alten mitteleuropäischen Hochgebirges der Steinkohlenzeit vor uns, das nur noch aus der Zusammensetzung der Gesteine und dem intensiv gefalteten Bau des Untergrundes dem Geologen erkennbar ist, äußerlich aber in den Formen der Erdoberfläche längst keine Spur mehr hinterlassen hat. Will man durchaus einen ziffernmäßigen Anhalt für die Länge der seitdem ver-

flossenen Zeitdauer haben, so mag die ganz ungefähre Angabe von 50 000 000 Jahren der Phantasie zum Stützpunkt dienen. Die Wissenschaft ist zu ihrem eigensten Leidwesen noch nicht in der Lage, die ihr bekannten Perioden der Erdgeschichte ziffernmäßig, in absoluten Maßen zu erfassen.

Die geographischen Verhältnisse jener weltenfernen Tage spiegeln sich noch in einem anderen geologischen Faktor wieder: das ist die Verbreitung der Steinkohle selbst, die der Periode den Namen gegeben hat. Südlich und nördlich unmittelbar anschließend an das Schiefergebirge finden wir die wichtigen Zechengebiete des Saarreviers hier, des Aachen-Lütticher Maasreviers dort, dessen langgestreckter Zug von Osten aus dem Essener Industriebezirk unter dem Rhein fort herüberzieht. Wie die Züge des alten Berglandes von SW nach NO über den Rhein hinstreichen, so ziehen sich eng angeschmiegt in paralleler Erstreckung die Zonen des Kohlenbergbaus hin. Wie die Ardennen in rein westliches Streichen übergehen, so folgt der nördliche Zug auf belgisch-französischem Boden von Namur an, wo er das Tal der Maas verläßt, über Charleroi—Mons—Douai der gleichen Richtung und nimmt zuletzt, schon in der Tiefe unter anderen Schichten verschwindend, gar westnordwestliche Richtung über Béthune hinaus an. Die Bedeutung der militärischen Besetzung dieser Gebiete für uns und für die Feinde braucht hier nicht nochmals erörtert zu werden. Aber wie kommt dieser lange schmale Streifen zustande, was bedeutet der Zusammenhang mit dem alten Gebirgsrumpfe?

An den Höhenzügen des karbonischen alpinen Gebirges schlug sich der Feuchtigkeitsgehalt nieder. Zahlreiche und kräftige Gebirgswässer trankten die Niederungen vor seinem beiderseitigen Fuße. Sie führten der üppigen Vegetation das Lebenselement zu, die sich unter klimatisch günstigen Umständen hier wie dort ansiedelte, und sie schufen die Vorbedingung zur geologischen Überlieferung des Pflanzenstoffs in der konzentrierten Form der Steinkohle, der wir nun Wärme, Licht und vor allem Kraft verdanken. Abschluß von der Luft, das heißt in erster Linie Bedeckung mit stehendem oder trägem Wasser schützt die abgestorbene Pflanze vor Verwesung und Zerfall. Auch der in sumpfigem Gelände entstehende Torf ist ja eine solche vor unseren Augen sich abspielende Umwandlung pflanzlicher Substanz gewissermaßen in Gestalt der Konserve.

Am Fuße des Gebirges war also in Nord und Süd durch das noch unausgeglichene Gefälle

Gelegenheit geboten zur Ansammlung der niederströmenden Gewässer, zur Sumpf- und Seebildung. Und wie heut zu beiden Seiten der Alpen die Vegetation wesentliche Unterschiede aufweist, so läßt sich auch aus den zahlreichen vortrefflichen Abdrücken der Steinkohlenpflanzen im Gestein eine Verschiedenheit der Flora in den beiden Zonen, wenn auch in weniger schroffen Gegensätzen erkennen. Auch daraus ergibt sich das Vorhandensein einer trennenden Schranke, die heute fehlt. Vor dem Nordfuß des Gebirges flutete in nicht allzugroßer Entfernung das Meer. Die Bewaldung heftete sich auf dieser Seite an größere Flußmündungen und Lagunen; sie stand unter dem Einflusse eines Küstenklimas. Ja, nicht selten drang das Meer in die Deltas hinein. Dann lagerten sich Schichten mit den Schalen der meeresbewohnenden Tiere über der letzten Lage pflanzlicher Überreste ab, bis abermals die Flüsse ihre Mündungen hinausgeschoben, die Wälder wieder von der Stelle Besitz genommen hatten. Ein Kampf zwischen Land und Meer, hervorgerufen durch ein ganz unmerkliches allmähliches Absinken des Küstengebietes, mit dem das Aufbauen neuer Erdschichten nur eben Schritt halten konnte.

Solche marinen Zwischenlagen gibt es im Saarrevier nicht. Hier schloß sich weites Festland an das Rückgrat des Gebirges. Weiter südlich erhob sich im Zuge der *Vogesen* und des *Schwarzwaldes* bereits die nächste Gebirgskette, und zwar aus vorwiegend archaischen Gesteinen, wie etwa in unseren heutigen Alpen ein kristalliner Kern sich an die nördlichen Kalkalpen anschließt.

In langen Zeiten arbeiteten die Kräfte der Lufthülle, Frost und Hitze, Wasser, all die unterminierenden chemischen und mechanischen Feinde der Erdoberfläche an dem Zerfall des Gebirges. Nach und nach ward es niedriger, ist schließlich wie alles Irdische gänzlich verschwunden und zu großen Teilen sogar von späteren Meeresüberflutungen bedeckt worden. Doch vorher schon lagerten sich auf seinem Rumpfe neue Schichtglieder ab. Mit Abnahme der großen Höhenunterschiede ließ auch die Ergiebigkeit der Niederschläge und damit die Üppigkeit der Vegetation nach. In der nördlicheren Mulde des Saarreviers hielten sich eine Zeitlang die Wasserbecken noch. So kennen wir aus dem Rotliegenden von Lebach eine reiche Fauna von amphibienartigen Tieren, zahlreichen Fischen und anderen Bewohnern jener Niederung. Unter den Fischen sind die damals noch sehr primitiven Haifische interessant, weil auch sie anscheinend noch ausschließlich im Süßwasser sich tummelten, also erst später in die Meere hinausgewandert sind. Mächtige Ergüsse eruptiver Gesteine zeugen von heftigen vulkanischen Ausbrüchen jener Zeiten. Auch die gebirgsbildenden Kräfte kamen nie ganz zum Erliegen.

Das Klima wurde immer trockener, vielleicht

auch noch heißer, kontinentaler. Unter solchen Bedingungen etwa mag der „Buntsandstein“ mit seinen leuchtenden Farben entstanden sein, der sich als nächstjüngere Schicht über dem Ganzen in breiter Decke ausbildete. Bald mächtige Konglomerate, zusammengetragen von den ungehindert ausräumenden Wasserläufen, bald Gesteine feineren Kornes setzen ihn zusammen. Horizontal lagerte er bei seiner Entstehung über dem vielfach zerbrochenen, aufgerichteten und gefalteten, aber auch oberflächlich bereits eingeebneten älteren Schichtenkomplex, auf solche Weise den Beginn einer neuen geologischen Periode verkündend. Selten lassen sich die Glieder der langen Schichtenreihe, die unsere Erdkruste aufbauen, in solcher Vollständigkeit und Lückenlosigkeit beobachten wie im östlichen Frankreich und seinem deutschen Grenzgebiete<sup>1)</sup>. Wie der nebenstehende Querschnitt zeigt, gelangt man auf einer Wanderung vom Ufer der Saar nach Westen über die französische Grenze und weiterhin bis zur Seinestadt in immer jüngere Schichten. Eine Lagerung auf der anderen, ursprünglich natürlich in horizontaler Lage zum Absatz gelangt. Erst späte Vorgänge haben dem ganzen Schichtenkomplex geneigte, nach Westen hin einfallende Lagerung verschafft. So sind auch die ältesten, lange verdeckt in der Tiefe ruhenden Gesteinsbänke ans Tageslicht wieder emporgehoben. Die nie ruhenden Kräfte der Atmosphären haben begonnen, den ganzen Block wieder abzuhebeln und so die heut vor unseren Augen stehende Oberfläche zu gestalten. Dabei gelingt ihnen aber die Abtragung der weichen Schichten am schnellsten, die härteren Lagen werden gewissermaßen herausmodelliert, so die Sandsteine der als Keuper und Dogger bezeichneten Formationen, die wasserdurchlässigen und daher gegen fließendes Wasser widerstandsfähigen weißen Kalke des oberen Jura usw. So ergibt sich im Verein mit dem Einfallen des Ganzen, daß diese härteren Schichtköpfe gegen Osten scharf herausspringen, während die Schichtoberflächen gegen Westen hin sich meistens langsam senken. Es ist klar, daß so den Franzosen in der Verteidigung gegen Osten ein starker natürlicher Bundesgenosse zur Seite steht. Sind ihnen doch gewissermaßen von den geologischen Kräften mächtige Festungswälle, oft

<sup>1)</sup> Auf unserm Profil fehlt zwischen Karbon und Trias das Perm. Südlich und nördlich der hier gewählten Linie wäre auch dies noch angetroffen worden. Sie entspricht nämlich innerhalb der Saarmulde einem diese halbierenden, wieder SW—NO gestreckten Sattel, auf dem die permischen Ablagerungen nicht zum Absatz gelangten oder vor Ablagerung der Trias schon wieder zerstört waren. Da in dem Sattel die Karbonkohlen am höchsten aufsteigen, hat man auf französischer Seite seine Fortsetzung unter der jüngeren Schichtendecke nach SW auf Kohlenlager hin mittels Bohrungen abgesucht und tatsächlich im Liegenden der Trias das Karbon bis etwa zum Moseltal in 550 bis 650 m Tiefe angetroffen, während man weiter südlich in das zwischengeschaltete mächtige Perm geriet, das nicht durchsunken wurde.

mit dem Fluß als Graben davor in mehrfacher Reihe, gleichsam ein System hintereinanderliegender Aufnahmestellungen größten Stiles erbaut worden, die ihre Steilseite gegen den Angreifer kehren. Jene weißen, zum Teil von Korallen erbauten Kalke sind es, die z. B. die *Maashöhen* zusammensetzen, während weichere Schichten des unteren „Malm“ am Boden der *Woevre-Ebene* anstehen! Im Dogger Lothringens und Luxemburgs sind Eisenerze infolge der Nähe der Steinkohlengrube doppelt bedeutsam.

Das zweite Profil soll zeigen, wo das Gegenstück zu jenen Maashöhen auf deutschem Boden zu suchen ist. Eine flache Aufsattelung hat die einst zusammenhängenden Absätze der Meere des Mittelalters der Erde aufgewölbt. Längst sind die Höhen abgetragen. Der Steilrand sinkt, von den Angriffen der Gewässer in stetem, ungeheuer langem Kampfe bedrängt, nach Osten und Westen abwärts. Den einstigen Zusammenhang der Gesteinsdecken erweist die außerordentlich reiche versteinerte Tier- und Pflanzenwelt, die hüben und drüben sich Schicht für Schicht wiederholt und aufs deutlichste von den Landperioden des Buntsandsteins und des Keupers, von den Meeren des Muschelkalks, des Jura und ihrem reichen Leben erzählt. In der Mitte des Gewölbes ist der Schlußstein eingesunken. In der Tiefe des breiten Rheintalgrabens ruhen die Scherben. Auch da finden wir jene Gesteine und ihre Fossilien wieder. Sie lagerten also noch auf der Höhe, als jener Versenkungsvorgang einsetzte! Und heute sind die Steilränder beiderseits der alten emporgehobenen Kerne des Schwarzwald- und Vogesamassivs so weit auseinander getreten, wie es die Entfernung der Maashöhen von ihrer natürlichen Fortsetzung, den weißen Kalkwänden der schwäbischen Alb dartut. Bis dahin findet jedes Glied der Schichtenreihe auf französischem Boden fast wie ein Spiegelbild sein Gegenstück diesseits des Rheins.

Nun aber lagern sich dem Innern des Pariser Beckens zu immer neue Gesteinsbänke darauf, für die wir über den Schwäbischen Jura hinschreitend kein Analogon finden würden. Das Meer der Kreidezeit, das, wie in Frankreich, so auch im nördlichen Deutschland seine Spuren hinterlassen hat, ist dem Südwesten unseres Vaterlands fern geblieben. Gegen das Ende der Juraperiode setzte bereits die Hebung ein, die erst viel später in der vollen Gewölbebildung des Oberrheingebietes ihren Abschluß fand. So gliederte sich hier ein Festlandsteil dem alten Karbonmassiv des unterrheinischen Schiefergebirges wieder an, das seinerseits auch den Meeren der Trias- und Juraperiode siegreich widerstanden hatte. Nur im Luxemburgischen hatte, begünstigt durch alte Talanlagen, von Südwest her das Meer in einer tiefen Bucht in jene Gebirgsüberreste eingegriffen, gekennzeichnet etwa durch den rechten Winkel, dessen Schenkel die Städte- linien Nancy—Metz—Luxemburg und Luxemburg

—Sedan bilden. Die auf dem Lande entstandenen Sedimente des Buntsandsteins, in denen sich außer Pflanzen im Vogesegebiet spärliche, aber

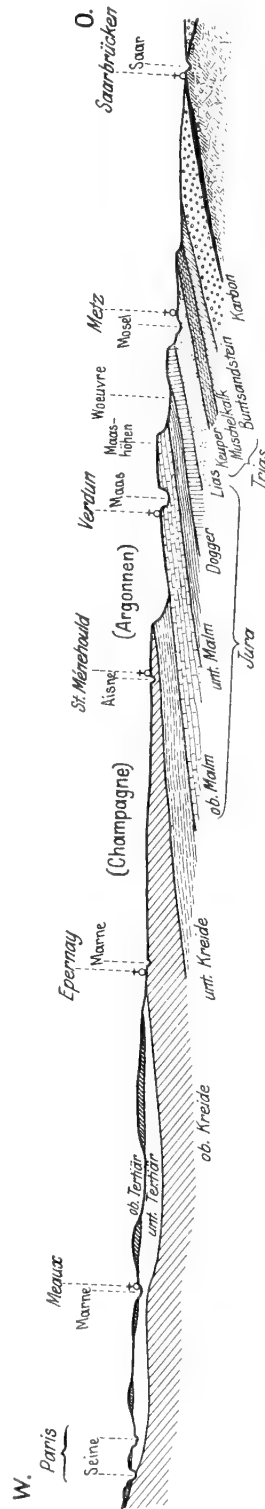
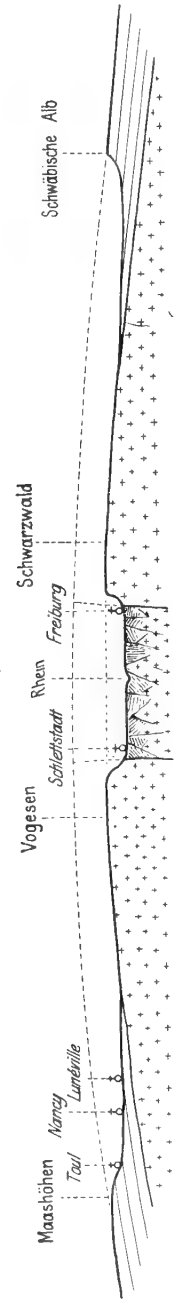


Fig. 1.



2.  
Figs.

recht wichtige Reptilreste in der Eifel haben finden lassen, greifen in noch viel größerer Erstreckung darüber hinweg, ja sie waren wohl

einst weiter verbreitet als heut, da die Gewässer schon wieder an ihnen genagt haben.

Nun also hatte sich der Landkomplex wesentlich nach Süden und Südosten ausgedehnt. Nur im Süden über Schweizer, im Norden über belgisches Gebiet hinweg standen die Fluten, die Frankreichs Boden bedeckten, mit solchen im Osten in Verbindung oder gelangten doch im Verlaufe der späteren Kreideperiode wieder dazu. In der *Champagne* aber gelangte die mächtige Folge mergliger, toniger und vielfach kalkiger Gesteine am Boden des Kreidemeeres zum Absatz, die jetzt so mannigfach von Schützengräben durchwühlt und mit all ihrem Fossilienreichtum erschlossen sind. In gewaltigem, halbkreisförmigem, nach Westen offenem Bogen zieht diese breite Zone um ein etwa nördlich von Meaux gelegenes gemeinsames Zentrum vom Süden herauf und in nordwestlicher Richtung auf die Küste des Kanals zu. Zwischen Boulogne und Calais setzen sie den fast rechtwinkligen Vorsprung zusammen, durch den der Kanal hier auf seine schmalste Stelle eingengt wird. Jenseits tritt das breite Band zwischen Dovers Kreideklippen und dem Kap von Beachy Head auf englischen Boden hinüber und schwingt sich dort in ganz ähnlichem, aber ostwärts geöffnetem Bogen zur Nordsee hinüber. Das geologisch einheitliche Becken von London und Brüssel spielt dabei mit seinen jüngeren, der Tertiärzeit angehörigen Schichten genau die gleiche Rolle als Zentrum, wie vorher das aus genau entsprechenden Ablagerungen aufgebaute Pariser Becken. Eine geologische Verwandtschaft, die wesentlich natürlicher ist, als das augenblickliche Bruderverhältnis!

Schon die *Argonnen* bestehen in ihren westlichen Teilen aus Ablagerungen der Kreidezone. Der Oberlauf der Aisne bewegt sich in ihr und schmiegt sich genau dem bogenförmigen Verlaufe an. In ähnlicher Weise hält sich die Maas lange Zeit an den Streifen aus oberstem Jura, durchbricht dann aber, statt die Schwenkung nach Nordwest mitzumachen, bei Sedan die älteren Schichten und läuft in nördlicher Richtung über den Stumpf des alten Hochgebirges fort, das sich längst nicht mehr einem solchen Vorhaben zu widersetzen vermag.

In den Absätzen des Kreidemeeres sind unsern Feldgrauen anscheinend besonders zwei Erscheinungen aufgefallen: der große Reichtum gewisser Lagen an Feuersteinen und die verschiedenen Ausscheidungsformen von Schwefelkies und Markasit (Eisendisulfid,  $\text{FeS}_2$ ), die letzteren haben wohl häufig ihres goldähnlichen Glanzes wegen Hoffnungen auf irgend ein wertvolleres Mineral erweckt. An sich sind sie keineswegs Seltenheiten, und wenn sie auch nicht als technisch ganz unverwertbar gelten dürfen, so ist doch der materielle Wert äußerst gering. In feinerer Verteilung kennen wir derartige mineralische Ausscheidungen auch von gewissen heutigen Meeres-

becken, wie z. B. dem Schwarzen Meere. Zur Bildung der großen Kristallindividuen mag eine längere Zeit das ihrige beigetragen haben. Ihre scharfe Abgrenzung gegen das umgebende, ganz anders gefärbte Gestein ist dafür verantwortlich, daß sie keinem einigermaßen aufmerksamen Beobachter entgehen. Auch sie treten jenseits des Kanals, beispielsweise bei Folkestone, getreulich wieder auf. Ist der Meereseinbruch, der England zur Insel werden ließ, doch eine, geologisch gesprochen, außerordentlich junge, ungefähr in die Eiszeit fallende Veränderung der ursprünglichen Zusammenhänge.

Die Feuersteine sind nun gewiß auch in Norddeutschland keine ungewohnte Erscheinung. Aber sie liegen dann mit vielen andern Steinen zusammen auf der Oberfläche und lenken das Augenmerk nicht so intensiv auf sich. Bei uns stammen sie aus dem Ostseegebiete, wo das Inlandeis sie aufgelesen hat, um sie über die norddeutsche Tiefebene in ungeheuren Mengen zu verstreuen. Ihr eigentliches Muttergestein ist auch bei uns die Kreide, und zwar die wirkliche Schreibkreide, in der man sie auf Rügen in deutlich geschichteten Lagen überall zu Tausenden erblicken kann. Sehr häufig bilden sie die Ausfüllungs- oder Umhüllungsmasse versteinelter Muscheln, Seeigel, Schwämme und anderer Meeresbewohner jener Zeit. Ihre Entstehung hängt denn auch offenbar mit den chemischen Prozessen im Gefolge der Verwesungsvorgänge zusammen, natürlich aber auch mit gewissen Eigenheiten des betreffenden Meeres.

Eine große Bedeutung haben in den Kämpfen die zahlreichen Höhlen und Grotten erlangt, die schon deswegen der Aufmerksamkeit gewiß waren. Solche Aushöhlungen und Unterspülungen finden sich in allen Ländern überall da, wo größere Kalkmassive anstehen. Und an kalkigen Bänken und Lagen fehlt es in allen den Zonen des Jura, der Kreide und des Tertiärs nicht. Die Sickerwässer nehmen den Kalk in Lösung auf und führen mit der Zeit große Mengen davon. Wo erst einmal ein derartiger Angriff eingesetzt hat, ist die Möglichkeit zu stärkeren Wasseransammlungen gegeben und so steigert sich stellenweise und unregelmäßig der Vorgang dauernd selbst.

Die tertiäre Gesteinsserie beginnt etwa in dem Bogenstück Reims—Laon, Soissons liegt schon mitten darin. Wir treten damit geologisch in ein junges Zeitalter der Erdgeschichte ein, in dem die Umrisse der heutigen Festländer sich bereits mehr und mehr herauszubilden beginnen und in dem die bis dahin herrschende Gruppe der Reptilien das Szepter an die Säugetiere abtritt. Cernays unweit Reims ist einer der berühmten Fundplätze für die ersten schon auffallend stark verzweigten und hochentwickelten Säugetierfaunen, die unmittelbar nach Abschluß der Kreidezeit uns hier und da entgegenreten und als der Ausgangspunkt der seitherigen gewaltigen Entwicklung



dieses Stammes ein ganz eigenartiges Interesse haben. Wie manches für die Wissenschaft hochbedeutsame Knöchelchen könnte aufgewühlt und zerbrochen worden sein. Aber jetzt gelten freilich andere Ziele und andere Werte!

Jene zweifellosen Landbewohner beweisen jedenfalls, daß an der Grenze zwischen Kreide- und Tertiärperiode vorübergehend einige Teile des alten Meeresbodens landfest geworden sind. Um so weiter dehnt sich dann die folgende Überflutung wieder aus: alttertiäre Ablagerungen finden sich im westlichen Teile der Ardennen, selbst auf uralten Schieferen des karbonen Gebirgsumpfes, bis auf welche die vorangegangenen Meere nicht vorgegrungen waren. Inselartige Einzelberge, aus Tertiär bestehend, sind als Reste der einst weiter verbreiteten zusammenhängenden Decke auch in großer Zahl dem Kreidestreifen aufgesetzt. Ursprünglich lagen ja die Schichten in mehr horizontaler Lage, so daß die ältesten und daher tiefsten kaum an der Erdoberfläche zum Ausstrich kamen. Erst die Muldenbildung des jetzigen Pariser Beckens ließ die randlichen Lagen in etwas steilere Stellung übergehen. Dann griff alsbald die abtragende Kraft der Gewässer an und zerlegte insbesondere die randlichen Partien jedes Schichtsystems in eine reich gegliederte, vielfach gefranzte und versprengte Menge einzelner Teilstücke. Jene Muldenbildung muß frühzeitig angelegt worden sein. Wir erkennen ihre Wirkung schon recht bald an der Ausbildung der tertiären Schichten. Das Meer, das Europa früher in so weiter Ausdehnung bedeckt hatte, teilte sich in einzelne Becken, in denen nunmehr, vor allem der hydrographischen Verhältnisse wegen, eine große Zahl wichtiger Kulturzentren gelegen ist. London und Paris wurden schon genannt; auch Mainz, München, Wien liegen in solchen Tertiärbecken. Deutlich erkennen wir nun an der Gesteinsfolge und dem Fossilinhalt, wie diese Becken im Verlaufe der Tertiärzeit, und zwar im allgemeinen in der Reihenfolge von West nach Ost, eins nach dem andern durch Abschnürung vom offenen Meere ausgesüßt, nach mancherlei Schwankungen schließlich trocken gelegt und so dem Festlande einverleibt wurden. Weit im Osten sind das Schwarze und das Kaspische Meer letzte Überbleibsel dieser Art und erlauben uns, von den damaligen Zuständen im westlichen Europa ein treffendes Bild zu gewinnen. Die Aussüßung und Verdunstung brachte in jenen abgeschlossenen Meeresteilen Gesteine zum Absatz, die uns heute in verschiedenster Weise nützlich sind. Hierhin gehören der Gips vom Montmartre bei Paris, die äußerst wichtigen Kalisalze und Petroleumvorkommen im Oberrheingebiet, die wichtige Petroleumzone am Nordrande der Karpathen und am Fuße des Kaukasus, die von Galizien über Rumänien bis an und über dem Kaspisee fortzieht, und auch die reichen Steinsalzlager von Wieliczka bei Krakau.

So spinnt sich hier die geologische Verbin-

dung des westlichen Kriegsschauplatzes mit ähnlichen Erscheinungen im Osten und mit großen wirtschaftlichen Fragen der Gegenwart an.

## Der Einfluß der Stadtkultur in biologischer Beziehung.

Bei Völkern mit sehr geringer Kultur, wie etwa den Stämmen Zentralaustraliens, ist die Abhängigkeit des Menschen von seiner Umgebung noch fast vollkommen<sup>1)</sup>, aber die Völker mit hochentwickelter Kultur haben längst aufgehört, willenlose Kinder der Natur zu sein.

Der Erfolg des Menschen im Kampfe mit der Natur ist einerseits von seinen ererbten Fähigkeiten, andererseits von der Beschaffenheit der Umwelt abhängig. Je gewaltiger die Naturkräfte zur Geltung kommen, sei es im Polareis oder im Tropenwald, desto geringer ist der Einfluß des Menschen auf sie.

Das größte Maß der Unabhängigkeit von der Natur haben die Menschen in den modernen großen Städten erlangt, und man hat sogar gesagt, daß sie sich in diesen Städten förmlich künstliche Lebensbedingungen geschaffen haben. In der Stadt hat der Menschengestalt am meisten über die Natur triumphiert, und doch meinen manche Autoren, daß die Stadtkultur in *biologischer Beziehung* der Menschheit verderblich werden wird. Sie schreiben dem Stadtleben allgemein entartende Wirkungen auf die Menschheit zu.

So zum Beispiel macht Prof. *Emil Kracpelin*<sup>2)</sup> die moderne Kultur und besonders die Stadtkultur für die Häufigkeit der Geisteskrankheiten verantwortlich, weil diese bei den primitiven Völkern unbekannt und auch bei den Landbewohnern verhältnismäßig selten sind. Er sagt, die Stadtkultur müsse Elemente enthalten, welche das Gehirn des Menschen krank machen. Zu den Faktoren, welche die Vermehrung der Geisteskrankheiten in der Stadt bewirken, rechnet *Kracpelin* vor allem die Syphilis und den Alkoholismus, denen die Städter weit mehr ausgesetzt sind als die Landbewohner. Als einen weiteren krankmachenden Umstand bezeichnet *Kracpelin* die ständige geistige Anspannung der Städter, namentlich der gebildeten Kreise. Überdies, sagt er, bestehe die Gefahr der Verweichlichung sowie der einseitigen Züchtung geistiger Eigenschaften usw. Ähnliche Meinungen findet man häufig ausgesprochen.

Was nun die Geisteskrankheiten betrifft, so ist zuerst die Behauptung zurückzuweisen, daß es solche unter den Naturvölkern nicht gibt. Die ethnographische Literatur enthält zahlreiche Beispiele, welche das Gegenteil hiervon beweisen. Die größere Häufigkeit der Geisteskranken in den Städten ist in einem sehr bedeutenden Maße dadurch mitverursacht, daß man Geisteskranke, auch soweit sie vom Lande stammen, zumeist in städtischen Anstalten unterbringt. Ob unter der stadtgeborenen oder in der Stadt aufgewachsenen Bevölkerung Geisteskrankheiten häufiger auftreten als unter der ländlichen Bevölkerung, wurde meines Wissens bisher noch nicht festgestellt. Es ist aber möglich, ja sogar wahrscheinlich, denn im Getriebe der Stadt müssen schwache geistige Konstitutionen

<sup>1)</sup> *Spencer und Gillen, Across Australia, Bd. 1, S. 197 ff.*

<sup>2)</sup> *Kracpelin, Zur Entartungsfrage, Zentralblatt für Nervenheilkunde, Neue Folge, Bd. 19, S. 745—751.*

selbstverständlich leichter zusammenbrechen als bei dem ruhigen Landleben. Das bedeutet aber nicht, daß die Stadtkultur für die geringe Widerstandsfähigkeit verantwortlich ist; sie hat diese vielmehr nur zum Vorschein gebracht, während sie auf dem Lande verborgen geblieben und überdies *wahrscheinlich auf eine größere Anzahl von Nachkommen übertragen* worden wäre, wogegen der in der Stadt eingetretene Zusammenbruch, der doch gewöhnlich im aktiven Lebensalter erfolgt, der weiteren Fortzeugung der konstitutionellen Schwäche eine Schranke setzte. Das gilt nicht nur hinsichtlich geringerer geistiger Widerstandskraft, sondern ebenso sehr in bezug auf die Neigung zu anderen Gebrechen oder Krankheiten, die auf mangelhafter erblicher Veranlagung beruhen.

Doch sind nicht alle jene Erscheinungen, die gewöhnlich als Entartungszeichen betrachtet werden, tatsächlich erblich bedingt, sondern manche beruhen auf Einwirkungen der Umwelt auf den Körper, die das Keimplasma nicht betreffen. Namentlich dann, wenn gewisse Einflüsse mehrere Generationen hindurch wirksam sind, wird nur zu leicht Vererbung vorge täuscht, wo eine solche nicht besteht. So ist z. B. große Kindersterblichkeit nicht immer ein Ausdruck „schlechter Rasse“, d. h. mangelhafter erblicher Veranlagung, sondern sie beruht viel häufiger auf ungünstigen Lebensbedingungen, wie ungenügender Ernährung, Mangel an Luft und Licht, Vernachlässigung durch die zu Lohnarbeit gezwungene Mutter usw.

Es ist eine Tatsache, daß bei der üblichen Berechnung nach der Gesamtbevölkerung auf dem Lande die Geburtenhäufigkeit größer und die Kindersterblichkeit geringer ist als in den Städten. Das erscheint auf den ersten Blick als der deutlichste Beweis der biologischen Nachteiligkeit des Stadtlebens. Betrachtet man die Dinge genauer, so erscheinen sie in anderem Licht. In den Städten wird absichtliche Verhütung der Empfängnis weit häufiger geübt als auf dem Lande. Überdies kommt in Betracht, was Dr. J. H. F. Kohlbrugge sagt<sup>1)</sup>: „In den Städten häufen sich Tausende unverheirateter junger Leute an und drücken die (in den amtlichen Statistiken zum Ausdruck kommende) Geburtenfrequenz. Man weiß nicht, wie sich die Geburtenfrequenz auf dem Lande stellen würde, wenn alle diese jungen Leute dort blieben. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sie dann wegen mangelnder Erwerbsquellen noch viel später zum Heiraten gelangen würden als in der Stadt.“ Nach Kohlbrugges Angaben hat das niederländische statistische Bureau die Geburtenhäufigkeit bei einer gleichen Zahl (je 4758) ländlicher und städtischer Ehen von langer Dauer verglichen, wobei es fand, daß sich die Zahl der Geburten, die auf je 100 Ehen kamen, in den einzelnen Wohlstandsschichten wie folgt stellte:

	Städte	Land
Ärmste Klasse . . . . .	561	519
Untere Mittelklasse . . . . .	521	509
Obere Mittelklasse . . . . .	435	475
Reiche Klasse . . . . .	418	450

Die Geburtenhäufigkeit ist bei der ärmsten Klasse und dem unteren Mittelstand in den Städten größer als auf dem Lande; bei den bessersituierten Volksschichten ist das Verhältnis umgekehrt. Im ganzen, ohne Unterscheidung von Klassen, kamen in den Städten 530 und auf dem Lande 507 Kinder auf je 100 Ehen. Doch das fünfte Lebensjahr erreichten in

den Städten nur 386 Kinder auf 100 Ehen, verglichen mit 408 auf dem Lande. Durch übergroße Kindersterblichkeit ist der Nachwuchs in den Städten stark vermindert worden. Die Ursachen der Übersterblichkeit in den Städten sind wohl in erster Linie sozialer Natur. Es ist bekannt, daß die Sterblichkeit bei der städtischen Arbeiterbevölkerung weitaus am größten ist und daß diese am meisten unter widerwärtigen Verhältnissen zu leiden hat. Außerdem sollte aber auch beachtet werden, daß sich gerade unter der durch starke Morbidität ausgezeichneten städtischen Arbeiterklasse sehr viele Zuwanderer vom Lande befinden, die an das städtische Leben nicht angepaßt und deshalb mehr als die eigentlichen Städter den selektorischen Einflüssen des Stadtlebens ausgesetzt sind. Es ist auffallend, wie auch die vom Lande nach der Stadt zugewanderten Industriearbeiter in der neuen Umgebung herabkommen; man muß dabei unwillkürlich den Eindruck gewinnen, daß die Stärke dieser Leute, ihr gesundes Aussehen, etwas recht Trügerisches ist. Der Städter selbst mag vom Anfang an weniger stark und blühend ausgesehen haben, doch vermag er besser Widerstand zu leisten.

Es ist fraglich, ob die Landkinder kräftiger zur Welt kommen als die Stadtkinder. Gesagt wird das zwar allgemein, bewiesen ist es jedoch damit noch lange nicht. S. Peller<sup>4)</sup> fand bei einer Untersuchung des körperlichen Entwicklungszustandes der Neugeborenen nur geringe Unterschiede nach der Herkunft der Mutter vom Lande oder von der Stadt; die Unterschiede waren zwar meist zugunsten des Landes, aber durchweg erwies sich der Einfluß der sozialen Verhältnisse der Mütter viel bedeutender als jener der Herkunft.

Nach den Rekrutierungsstatistiken zu urteilen, weist die Landbevölkerung im erwachsenen Alter im allgemeinen einen kräftigeren Körperbau auf als die Stadtbevölkerung — vorausgesetzt, daß nicht die Tendenz besteht, die Landbevölkerung in relativ größerem Umfange zum Waffendienst heranzuziehen als die städtische Bevölkerung. Dr. W. Claassen zeigt<sup>2)</sup>, daß der Anteil der Tauglichen bei den auf dem Lande geborenen und in der Landwirtschaft tätigen jungen Männern von 61 % 1902 auf 58,7 % 1907 sank, bei den auf dem Lande geborenen und im Gewerbe tätigen Personen ergab sich in derselben Zeit ein Rückgang der Tauglichkeitsziffer von 60,2 % auf 57,5 %, bei den in der Stadt geborenen und in der Landwirtschaft tätigen Personen von 60,1 auf 56,8 %, bei den in der Stadt geborenen und im Gewerbe tätigen Personen von 54,7 auf 49,9 %. Bei Beurteilung dieser Zahlen ist auch auf die Zunahme der Wehrpflichtigen und die gleichbleibende Heeresstärke in den sechs Jahren Bedacht zu nehmen.

Aber selbst wenn die Landbevölkerung durch größere Körperstärke ausgezeichnet ist, so ist das noch kein Beweis ihrer größeren biologischen Widerstandskraft.

Die moderne Stadtkultur ist noch sehr jung und es ist vom biologischen Standpunkt gar nicht anzunehmen möglich, daß sie in der kurzen Zeit, in der sie ein einflußreicher Faktor ist, die ihr zugeschriebene

<sup>1)</sup> Einfluß sozialer Momente auf den körperlichen Entwicklungszustand der Neugeborenen, Öst. Sanitätswesen 1913, Beiheft 38.

<sup>2)</sup> Die abnehmende Kriegstüchtigkeit im Deutschen Reich in Stadt und Land, Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie Jahrg. 6, Heft 1.

<sup>4)</sup> Stadt und Land als biologische Umwelt, Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie Bd. 6, Heft 4 u. 5.

Massenentartung verursacht haben könnte. Selbst wenn zugegeben wird, daß durch äußere Verhältnisse, die auf die Ernährung des Keimplasmas wirken, ein indirekter Einfluß auf die Erbanlagen ausgeübt wird, der zur Folge haben kann, daß bei den aus den Keimen hervorgehenden Individuen gewisse Eigenschaften nicht in der für das Gedeihen der Art erforderlichen Vollkommenheit ausgebildet sind, selbst dann ist es ganz unwahrscheinlich, daß die wirtschaftlichen Wandlungen der letzten Jahrzehnte zu einer merkbaren konstitutiven Schädigung des Volkes geführt hätten. Die Lebenshaltung der Volksmassen ist besonders in den Städten erheblich verbessert worden; Schädigungen durch gewerbliche Gifte werden mehr und mehr vermieden; der Alkoholkonsum geht zurück; die Seuchenbekämpfung, namentlich auch die Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten, hat große Fortschritte gemacht usw. Wer eine Schädigung des Keimplasmas durch solche Einflüsse annimmt, der muß zugeben, daß die Gefahren verringert wurden.

Allerdings bleibt die Tatsache bestehen, daß in den Städten in der Regel der Kampf ums Dasein schärfer ist als auf dem Lande, und daß deshalb in den Städten angeborene Defekte leichter und früher zum Vorschein treten und dem Individuum zum Verhängnis werden können. Das würde übrigens auch die geringere Militärtauglichkeit in den Städten erklären.

Die Stadtkultur ist zu einem großen Teil auch für die modernen Wanderungen verantwortlich, welche die Isolierung großer Volksmassen auf dem Lande und die dadurch bedingte Inzucht beseitigt hat. Ferner wirkt die Stadtkultur in biologischer Beziehung vorteilhaft, weil sie eine Steigerung der geschlechtlichen Auslese begünstigt. Von den Eltern diktierte Heiraten sind in der Stadt viel seltener als auf dem Lande; andererseits wird in der Stadt bei der Gattenwahl weit mehr auf körperliche und geistige Vorzüge geachtet als auf dem Lande, wo überdies auch der Kreis der Personen, die für die Gattenwahl in Betracht kommen, ein verhältnismäßig sehr beschränkter ist.

Viel schlimmer als die Einflüsse der Stadtkultur, die hauptsächlich selektischer Art sind, sind andere moderne Tendenzen, ganz besonders die, welche auf Beseitigung der Individualität und selbständigen Tätigkeit abzielen, die alle daran gewöhnen, geführt zu werden, statt selbst ihren Weg zu finden. Damit wird der Erhaltung der Untüchtigen, der fortschreitenden Entartung, am meisten Vorschub geleistet.

H. Fehlinger.

## Besprechungen.

**Schoenichen, W., Methodik und Technik des naturgeschichtlichen Unterrichts.** Handbuch des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts, herausgegeben von J. Norrenberg. 5. Band. Leipzig, Quelle & Meyer, 1914. 611 S., 115 Abbildungen im Text, 2 farbige und 30 schwarze Tafeln und 4 Tabellen. Preis geh. M. 12,—, geb. M. 14,—.

**Schmid, Bastian, Handbuch der naturgeschichtlichen Technik für Lehrer und Studierende der Naturwissenschaften.** Unter Mitwirkung von A. Berg, W. Bock, P. Claußen, P. Esser, E. Fischer, K. Fricke, P. Kammerer, E. Poll, R. Rosemann, B. Schorler, O. Steche, F. Urban, E. Wagler, B. Wandolleck herausgegeben. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. 555 S. und 381 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 15,—, geb. M. 16,—.

**Röseler, Paul, und Hans Lamprecht, Handbuch für biologische Übungen.** Zoologischer Teil. Berlin, Julius Springer, 1914. 574 S. und 467 Textfiguren. Preis geh. M. 27,—, geb. M. 28,60.

Es mag fraglich erscheinen, ob jemand, der seit mehr als 1½ Jahrzehnten der Schularbeit fernsteht, noch berechtigt ist, sich zu pädagogischen Themen zu äußern, sei es auch nur, daß er sein Urteil zu Fragen abgibt, die bereits literarischen Ausdruck gefunden haben. Allein, wenn die Schule sich Vorkämpfer gefallen ließ, die nie ein engeres Verhältnis zu ihr gehabt haben, so wird sie einer einst tätigen Mitarbeiter-schaft das Recht der Meinungsäußerung nicht versagen können und wird es ihr auch um so eher einräumen dürfen, wenn fortgesetzter freundschaftlicher Verkehr mit Lehrern und mancherlei Beziehungen zur Schulliteratur so gut wie nie aufgehört haben, und wenn sie sich überdies unumwunden derartig einschränkenden Voraussetzungen in der Urteilsbildung unterwirft.

Mein Eindruck über die Methodik und Technik des naturgeschichtlichen Unterrichts von heute war bisher der, daß der Unterricht in dem Maße an bildender Kraft abnimmt, als er in *Stoff-Fülle* zu *ertrinken droht*. Diesen Eindruck hat *Schoenichens* Schrift wieder erweckt. *Schmid's* Handbuch beängstigend gesteigert und erst *Röseler* und *Lamprechts* Praktikum wieder etwas zur Ruhe gebracht. Gegen diesen Eindruck haben sich selbst Autoren zu wehren gehabt, die in der Reformbewegung vorangingen. Ich entsinne mich des unwilligen Ausspruchs eines von ihnen, der von dem Zirkus sprach, zu dem die Schule zu werden drohe. Es vollzieht sich hier aber eine natürliche Entwicklung. Der Mangel einer philosophischen Durchdringung der Gesamtbiologie verleitet die Stürmer und Dränger unter den Schulleuten, das Neue und Neueste von heute in den Unterricht zu tragen, und *erschwert* die ruhige Durcharbeitung der Unterrichtsmethodik auf psychologischer und ethischer Grundlage.

Gegen dieses Hasten und Schwanken wird es auf lange kein Heilmittel geben. Denn auch die Volksschulpädagogik, die zwei Jahrzehnte früher ihre Reformbewegung gehabt hat und darin so viel Vorbildliches zutage förderte, scheint sich im Jagen nach absoluter Wissenschaftlichkeit verirren zu wollen. Darum wird sich der Mittelschullehrplan noch manches Jahr durch die Stadien der Vorläufigkeit und des Versuchs bewegen. So weit es den *Stoff* betrifft.

Denn in der methodischen Auswertung brauchte es ja nicht ebenso zu sein.

Bei diesem Grade von Einsicht in den Betrieb des biologischen Unterrichts an deutschen Mittelschulen bekenne ich, daß ich über *Schoenichens* Methodik und Technik des naturgeschichtlichen Unterrichts kaum mehr als ein Referat geben darf. *Walther Schoenichen*, Gymnasiallehrer in Posen und seit kurzem dort auch Dozent an der Kaiser-Wilhelm-Akademie, hat sich durch seine erstaunlichen pädagogischen Fähigkeiten und eine gute Belesenheit in der wissenschaftlichen Literatur schon in jungen Jahren einen Namen als Lehrer und Schriftsteller gemacht. Als sich daher Geheimrat *Norrenberg* nach einem Schulmann umsah, der ihm für seine Sammlung von Handbüchern des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts die Biologie darstellen könnte, mußte sich ihm die Person Professor *Schoenichens* in erster Linie empfehlen. Und wenn es dem Herausgeber als lohnende Aufgabe erschien, daß „alles, was der Lehrer zur Vorbereitung und zur Erteilung seines Unterrichts braucht“ in dieses Handbuch aufzunehmen sei, so darf er sich sagen, daß

*Schoenichens* Arbeit „eine Zusammenfassung des heutigen Standes der Wissenschaft und der Unterrichtspraxis“ darstellt. In der Tat wird man in dem umfangreichen Buche kaum eine bedeutsamere Stimme vermissen, die sich in den letzten zwanzig Jahren zum Unterricht in der Zoologie und Botanik geäußert hat. Es fragt sich nur, ob es notwendig war, nahezu jede Meinung zu referieren, und ob das Buch durch eine knappere Fassung der *Probleme* nicht gehaltvoller geworden wäre. Wie gesagt, das fragt sich; entscheiden will ich es nicht. Gewiß aber ist dies, daß eine größere Ruhe und Sicherheit in die Untersuchungen gekommen wäre, wenn die Ergebnisse der Volksschulpädagogik ausgiebiger zur Grundlage genommen worden wären. Ihr Klassiker *Junge* kommt zwar zum Wort, doch nicht genügend, und von den Männern, die ihr das Gepräge gegeben haben, wird im wesentlichen nur das ja allerdings auch für die Mittelschulpädagogik wichtig gewordene Werk *Schmeils* gewürdigt; einmal tritt der Name des Geschichtsschreibers *Erdmann* auf, und ebenfalls nur einmal der *Schleicherts*.

Im Inhalt ist das Buch überreich. Es dürfte kaum eine Frage geben, an die nicht gedacht ist. Drei Viertel des Buches umfassen die Methodik. Der grundlegende Abschnitt über die Aufgaben und Ziele des naturgeschichtlichen Unterrichts umfaßt folgende Auseinandersetzungen: 1. Die Ausbildung des Verstandes: a) Naturgeschichtliche Kenntnisse als unentbehrliches Element der Bildung; b) die formal bildende Kraft des naturgeschichtlichen Unterrichts: α) die induktive Methode, β) die Ausbildung des Beobachtungsvermögens, γ) das sprachliche Darstellen, δ) das manuelle Darstellen. — 2. Naturgeschichte und ästhetische Erziehung: a) das ästhetisierende Lehrverfahren; b) das Sehen als Vorbedingung des künstlerischen Genießens; c) die biologische Betrachtungsweise als Vorschule künstlerischen Verständnisses; d) der Naturschutzgedanke; e) das Erhaben-Schöne. — 3. Naturgeschichte und ethische Erziehung. (Die somatische Moral. Der Alkoholismus. Die sexuelle Aufklärung. Die Prophylaxe.)

Der Abschnitt über die Ausgestaltung des naturgeschichtlichen Unterrichts umgrenzt den Lehrstoff für die drei Unterrichtsstufen und behandelt dann unter der Überschrift: Die Auffassung des Lehrstoffes, die grundlegenden Themen a) die biologische Naturauffassung, b) die Systematik, c) die Morphologie, d) die Lebensgemeinschaften und das Genossenschaftsleben, e) die Abstammungslehre. In diesen Aufsätzen wie in den unter dem Stichwort Konzentration im naturgeschichtlichen Unterricht — a) Biologie und Chemie, b) Naturgeschichte und Physik, c) Naturgeschichte und Mathematik, d) Naturgeschichte und Erdkunde, und e) die Geschichte der Biologie — vereinigten Darlegungen tritt am deutlichsten die Unzulänglichkeit hervor, die ich vorhin als Mangel an Systematik der Biologie bezeichnet habe. Mit der schärferen Durchdringung dieser innerwissenschaftlichen Probleme steht und fällt auch *Schoenichens* wissenschaftliche Position in diesem Buche. — Viel Interessantes enthalten die Abschnitte über die Lehrmittel und über die Selbstbetätigung der Schüler. — Wer sich noch einen tieferen Einblick in die Fülle des Vorhandenen auf diesem Gebiete verschaffen will, der greife zur 21. Ausgabe (1914) der Bibliotheca pedagogica, einem Verzeichnis der bewährtesten Lehr- und Anschauungsmittel für höhere, mittlere und Elementarschulen, oder verschaffe sich die fortlaufende Ergänzung dieses Kataloges, die vierteljährlich in der Zeitschrift *Pädagogische*

*Neuigkeiten — Neue Lehrmittel* im Verlag von K. F. Koehler erscheint.

Sehr erfreulich ist, was *Schoenichen* in dem kürzeren zweiten Teil seines Werkes zusammengetragen hat, den er die Technik des naturgeschichtlichen Unterrichts überschreibt. Er schildert darin die Einrichtung der Unterrichtsräume, die Verwaltung der naturgeschichtlichen Sammlung, die Einrichtung der Vivarien (— zur Zucht von Insekten und Schnecken, zur Pflege von Süßwasser- und Seewassertieren, und zur Unterhaltung von Terrarien —), die Anlage des Unterrichtsgartens und die Technik des Sammelns.

Bei *Bastian Schmidts* Handbuch handelt es sich nicht um eine eigentlich pädagogische Schrift. Sein Sammelwerk ist, so sagt er, der Beobachtung entsprungen, daß es den Lehrern der Biologie an einem Werke fehle, wie die Physiker und Chemiker deren bereits mehrere besäßen, an einer „Technik ihres beruflichen Arbeitsgebietes“. An einer Technik nicht des Unterrichts also, sondern an einer Handreichung für allerlei naturgeschichtliche Arbeitsmethoden.

Es kann nicht zugegeben werden, daß ein solcher Mangel besteht. Weder als Lehrer, noch als Student, ja nicht einmal in meiner Schulzeit hat es mir jemals an solchen Anleitungen gefehlt, sei es, daß ich das Präparieren und Konservieren lernen wollte, oder etwas über das Sammeln wissen mußte, oder Anregungen für das Beobachten brauchte. *Lutz, Harrach, Roßmäßler, — Martin, Behrens, Kükenthal, — Öls, Schleichert, Müller, — Detmer, Küster, Strasburger, — Grothe, Neumayer, Kaltbrunner und von Richthofen*, das sind — um nur bei der vaterländischen Literatur zu bleiben und lediglich solche älteren Datums zu nennen — Namen, von den bescheidensten bis zu den besten, die niemals versagt haben. Und daneben halfen Zeitschriften aus. — Seitdem aber ist die Literatur noch ganz beträchtlich gewachsen.

Überdies: was braucht's denn eigentlich so vieler Anleitung? Vieles *macht* man doch einfach. Über „Lücken in seiner Ausbildung“ kommt auch der Anfänger bald hinweg, wenn er nur erst einmal Einsicht in die Zusammenhänge gewonnen hat. Mit dem Worte „Schwierigkeiten“ unterstreicht man jedenfalls die entgegenstehenden Hindernisse zu stark, wie es andererseits Aberglaube ist, daß der Lehrer immer über die „neuesten Methoden“ in den einzelnen Gebieten verfügen müsse. *Haeckel* spottet einmal — es war in einem Briefe an *Georg von Seidlitz* — über die Querschnittler, Stipplinsler und Anilinfärber, denen zwei Dinge, Urteil und logische Gedankenbildung, abhanden gekommen seien. Der Pädagoge hat es noch weniger nötig, sich seinerseits einer Überschätzung des Technischen schuldig zu machen. Ich kann daher den Wert eines derartigen neuen Unternehmens lediglich in dem Zusammentragen zerstreuter Anweisungen finden und das Resultat bestenfalls vom Standpunkt des Schuletats begrüßen.

Indessen darf über den Einwänden gegen das Ganze nicht übersehen werden, daß die einzelnen Beiträge Gutes, ja, in ihrer Art Vortreffliches, bieten. Prof. *Poll* behandelt die Technik der zoologischen Mikroskopie, Dr. *Hugo Fischer* die mikroskopisch-botanische Technik einschließlich der Anlage von Pilz- und Bakterienkulturen, Prof. *Claußen* gibt Anleitung zu pflanzenphysiologischen Versuchen, und Prof. *Rosemann* legt dar, wie man eine gewisse Anzahl tierphysiologischer Versuche in der Schule machen könne. Daß sich der Lehrer mit solchen Arbeiten zu befassen

habe, muß zugestanden werden: protestieren aber muß ich gegen das tierphysiologische Experiment *vor den Schülern*. Kein Schüler ist reif genug, daß er die Unsumme von Abhängigkeiten, denen der Versuch am lebenden Tier unterliegt, zu würdigen verstünde, und ich kenne keinen pädagogischen Lehrsatz, der das Selbstsehen oder gar *Selbsterproben* in diesen Dingen zu rechtfertigen vermöchte. Eine Reihe vorsichtig ausgewählter Versuche an der lebenden Pflanze muß für die Erweckung der Einsicht in die Lebensvorgänge genügen. Beim Tier bietet überdies die Beobachtung des freilebenden und gefangenen mehr als ausreichenden Ersatz zur Schulung der Sinne, Klärung des Urteils und Ausreifung der Gemütskräfte. — Eine Aufsatzreihe über das Sammeln von Naturalien leitet Dr. *Wagler* ein mit der Beschreibung hydrobiologischer Sammelmethoden, Dr. *Steche* legt dar, wie man Insekten sammeln und präparieren soll, Dr. *Kammerer* orientiert über die Fundplätze, den Fang und den Transport der Weich- und Wirbeltiere, und Professor *Schorler* gibt Winke zum Konservieren der Pflanzen. — In die zoologische Museumstechnik führt Prof. *Wandolleck* ein, in die geologische Dr. *Berg*, und von der Naturdenkmalspflege handelt Prof. *Bock*. — Wie man lebende Tiere hält und pflegt (in Vioaren und Käfigen) beschreibt Prof. *Urban*, und wie Schulgärten einzurichten sind, legt Dr. *Esser* dar. — Zur Theorie der optischen Instrumente der biologischen Technik steuert Dr. *Hugo Fischer* einen Aufsatz bei, und zur wissenschaftlichen Photographie äußert sich Prof. Dr. *Wandolleck*. — Engere Beziehungen zur Schule sucht der lesenswerte Aufsatz von Prof. *Fricke* über Exkursionen sowie der Beitrag des Herausgebers über zeitgemäße Einrichtungen für den naturgeschichtlichen Unterricht. — Ein Kapitel über naturwissenschaftliches Zeichnen fehlt (durchaus notwendig, weil der heutige Zeichenunterricht gern Wege geht, die uns nicht immer gerecht werden, und weil über die graphischen Darstellungen, über Schemata, über das Modellieren usw. manches zu sagen ist). Ebenso fehlt ein Aufsatz über das Beobachten (*Fricke* bringt darüber nur wenig bei).

Indem ich das vorliegende Buch noch einmal überblicke, kann ich mich eines Gefühls des Bedauerns nicht erwehren, eines Bedauerns darüber, daß die geleistete Arbeit nicht in anderer Form zutage gekommen ist. Denn es fehlt uns ja doch in der technischen Literatur an einem Werke. Als *Ferdinand von Richthofen* vor nunmehr rund dreißig Jahren seine Anleitung zu Beobachtungen über Gegenstände der physischen Geographie und Geologie niederschrieb, die unter dem bescheidenen Titel „Führer für Forschungsreisende“ berühmt geworden ist, da entstand ein Werk, das für die gesamte beschreibende Länderkunde dreier Jahrzehnte Richtung gebend geworden ist. Wenn uns doch auch jemand einmal die Methode der Biologie zur Methodologie vergeistigen wollte. Wer schreibt uns das Buch „Vom Geiste der Technik in der Biologie“?

Das Praktikum von *Röseler* und *Lamprecht* ist aus der Schule für die Schule hervorgegangen. Lehrer teilen darin Lehrern ihre Erfahrungen mit. Bewußt vertritt es den Standpunkt, daß die Universitätsleitfäden dem Hochschulunterricht zu dienen haben, die Lehrer aber sich ihre eigene Literatur schaffen müssen. Und dem kann man nur zustimmen, zumal, wenn die Arbeit auf so eindringender Sachkenntnis beruht wie hier. Ihre Erfahrungen haben die Verfasser zu einem Teile aus *biologischen Schülerübungen* gewon-

nen. Direktor *Röseler* „leitete biologische Übungen in seiner früheren Dienststellung am Königstädtischen Realgymnasium zu Berlin von 1905 bis 1913; er gehört somit zu den ersten, die überhaupt biologische Schülerübungen betrieben haben“. Oberlehrer *Lamprecht* „ist von Ostern 1908 an mit der Leitung biologischer Übungen betraut und hat bereits in der wissenschaftlichen Beilage zum Programm der Friedrichs-Werderschen Oberrealschule von Ostern 1909 über die während eines Semesters in den biologischen Übungen behandelten Pensen berichtet“.

„Während uns die biologischen Schülerübungen“ — so berichtet die Verfasser weiter — „Gelegenheit gaben, hauptsächlich über die Grenzen des Erreichbaren wertvolle Studien zu machen, die uns bei der Abfassung des Werkes in mannigfacher Weise zugute kamen, haben wir den eigentlichen Inhalt desselben vorwiegend aus den Erfahrungen entnommen, die wir bei der Leitung der vom Kgl. Provinzial-Schulkollegium in der alten Urania veranstalteten praktischen Kurse haben sammeln können. Der Erstunterzeichnete hat die zoologischen Übungen in diesen Kursen von der Gründung des Instituts, Ostern 1909, an geleitet. Als die Kurse im Laufe der Jahre sich weiter entwickelten und an Inhalt und Umfang beständig wuchsen, so daß die Kraft eines Einzelnen zu einer erfolgreichen Leitung der zoologischen Übungen nicht mehr ausreichte, trat der Endesunterzeichnete Ostern 1905 als Mitarbeiter hinzu. — Aber nicht nur praktische Erfahrungen haben wir aus den Kursen genommen; die Arbeit mit den jungen und alten Kollegen, insbesondere die Arbeit mit den Kollegen, die bei Gelegenheit der Ferienkurse aus allen Provinzen unseres engeren Vaterlandes hier zusammenkamen, zeigte uns auch die Notwendigkeit, ein Werk wie das vorliegende zu schaffen, aus dem ein jeder alles entnehmen könnte, was für Schülerübungen irgend verwendbar wäre.“

„Wie schon gesagt, soll das Werk ein Hilfsmittel sein bei der Leitung biologischer Übungen. Es soll jedem Kollegen die Möglichkeit gewähren, sich über das zu informieren, was etwa in biologischen Übungen gearbeitet werden kann und was erreichbar ist. Auch soll es Anregung geben zu eigener Tätigkeit. Es soll aber nicht Vorschriften darüber geben, wie biologische Übungen gestaltet werden müssen, und was ihr Inhalt sein soll. Wie der Einzelne die Übungen einrichtet und was er auswählt, das bleibt den persönlichen Wünschen und Neigungen überlassen.“ Offensichtlich rechnet das Werk in seiner Anlage mit Lesern, die über den Einblick in die Zoologie verfügen, die das Universitätsstudium den Lehramtskandidaten verschafft, und es bemüht sich, ihnen diese Kenntnis so zu illustrieren, zu erweitern und zu vertiefen, daß sie bei ihrem Unterricht ganz auf eignen Füßen stehen. Ein einleitender Teil handelt von der Einrichtung des Laboratoriums, von der Behandlungsweise des Materials, von allgemeiner Histologie und von etwas Physiologie. Das zweite Drittel umfaßt die Anatomie der wirbellosen Tiere, und der Rest — ein sehr glücklicher Gedanke, so viel Raum dafür zu nehmen: die meisten zoologischen Praktika vernachlässigen das — die Zergliederung der Wirbeltiere. Der Gang der Untersuchung ist ebenso einfach wie methodisch. Erst wird das noch lebende Tier mit dem freien Auge betrachtet, dann wird dem Präparat mit Messer und Lupe zu Leibe gegangen, und zuletzt wird es dem Mikrotom und Mikroskop unterworfen. Eine große Anzahl genau dem Präparate nachgezeichneter Abbil-



dungen verdeutlicht das beschreibende Wort. Es ist ein glücklicher Griff, die Verweisstriche in den Bildern mit Zahlen zu bezeichnen. Die seltsamerweise üblichen Buchstaben findet man immer nur mühsam in den Legenden wieder. In der Wiedergabe des Präparats sind die Zeichnungen leider oft allzu peinlich verfahren. Es gibt kaum eine vom „Zufall“ geschaffene Falte oder Runzel, die nicht pünktlich genau im Bilde erschienen wäre. *Haeckel* und *Chun*, zwei unserer elegantesten Morphologen, haben das nie getan. Um ihrer natürlichen Auffassung willen prägen sich ihre Bilder so mühelos dem Gedächtnis ein. Auch hat niemand Interesse daran, zu erfahren, wie Alkohol und Paraffin die Formen verändern. Die Zahl der behandelten Tiere ist sehr groß. Besonders zu begrüßen ist die ausführliche Darstellung der Insekten, in der sich kein zweites Buch mit diesem messen kann. Zurücktreten bei *Röseler* und *Lamprecht* im allgemeinen die Formen, auf die der Universitätsunterricht der Systembildung wegen eingehen muß, und die also erst durch Fragestellungen Wert gewinnen, die der Schule völlig fern liegen.

Die fünf Kapitel aus der Histologie sollten in einer neuen Auflage im Speziellen Teil an geeigneten Stellen aufgehen. Histologie sollte nur als mikroskopische Anatomie in der Schule auftreten, als Disziplin ist sie ein Gebiet, mit dem sie nichts beginnen kann. Den Standpunkt, den die Verfasser zur Physiologie einnehmen, kann man im großen und ganzen teilen: „Aus der großen Zahl der in der Literatur beschriebenen physiologischen Experimente“, so sagen sie, „eignen sich nur ganz wenige für Schülerübungen; einmal, weil die Ausführung derselben häufig ein größeres Geschick und mehr Übung voraussetzt, als wir den Schülern zumuten dürfen, und sodann, weil Untersuchungen am lebenden Organismus, wie sie die Physiologie verlangt, für unsere Zwecke nicht in Frage kommen können.“ Die von ihnen vorgeschlagenen Aufgaben fallen fast alle in das Gebiet der organischen Chemie und sind daher bestenfalls für die Oberprimen der Oberrealschulen geeignet. Sie umfassen die Themen Verdauung, Milch, Blut, Harn, Atmung sowie etwas aus der Muskel- und Nervenphysiologie.

Thilo Krumbach, Rovigno.

### Kleine Mitteilungen.

**Die Hörweite des Kanonendonners.** Es ist bekannt, daß die Lufthülle unserer Erde durch das Abfeuern von Kanonen in weit ausgiebigerem Maße erschüttert werden kann, als durch den Donner, der bei Gewittern als Folgeerscheinung von Blitzen auftritt. Während dieser nämlich nur selten 20 km weit gehört wird, was schon einem Zeitintervall von einer Minute zwischen Blitz und Donner entsprechen würde, ist Geschützdonner auf Entfernungen bis zu 100 km und darüber hinaus wiederholt wahrnehmbar gewesen. Ja, aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts liegen bereits Berichte über weit größere Hörweiten vor, die allerdings wohl nicht ganz sicher verbürgt sind; immerhin dürften die betreffenden Angaben heutzutage von gewissem Interesse sein, weil sich vielleicht im weiteren Verlaufe des Krieges Gelegenheit bietet, ihre Zuverlässigkeit nachzuprüfen.

Die Kanonade von Königgrätz 1866 ist bei Stift Schlägl in Oberösterreich 230 km, diejenige von Mainz 1792 auf der Elbe bei Einbeck westlich des Harzes 245 km und die Helgoländer 1809 in Hannover 260 km weit gehört worden. Hier handelt es sich also noch um Entfernungen, die manchen neuerdings einwand-

frei festgestellten vergleichbar sind. Zu berechtigten Zweifeln dagegen geben die Überlieferungen Anlaß, die von der Hörbarkeit des Leipziger Geschützdonners 1813 in Oberösterreich (310 km) und derjenigen einer Kanonade bei Luzern auf dem Sadnikopf in Kärnten (350 km) berichten. Aber selbst diese großen Hörweiten wurden noch in den Schatten gestellt bei der Belagerung Antwerpens durch die Franzosen gegen Ende des Jahres 1832. Damals soll der Donner der Geschütze am 4. Dezember im sächsischen Erzgebirge, also in einer Entfernung von 590 km, bemerkbar gewesen sein. Auffallend ist allerdings, daß sich in den letztgenannten Fällen die Hörbarkeit offenbar auf hochgelegene Orte beschränkte, was darauf hindeutet, daß der Schall gerade in den unteren Luftschichten eine starke Dämpfung erleidet.

Im Maiheft der *Meteorologischen Zeitschrift* wird dieses interessante Problem von *J. Dörr* (Wien) und *W. Meinardus* (Münster) von verschiedenen Gesichtspunkten und unter Zugrundelegung verschiedenartigen Beobachtungsmaterials behandelt. Eines der wichtigsten Resultate beider Arbeiten ist die Feststellung der zwischen einem inneren und einem äußeren Gebiet der Hörbarkeit gelegenen sogenannten Zone des Schweigens, die bei Explosionskatastrophen und Vulkanausbrüchen wiederholt beobachtet und von *G. von dem Borne* (Breslau), *Fujiwara* (Tokio), *Omori* (Tokio) und *A. de Quervain* (Zürich) eingehend untersucht worden ist. *Dörr* hat diese Zone des Schweigens gelegentlich einer Explosion auf dem Steinfeld bei Wiener-Neustadt am 7. Juni 1912 nachgewiesen, während *Meinardus* die Beschießung Antwerpens durch unsere neuen 42-cm-Haubitzen in den Tagen vom 28. September bis 9. Oktober 1914 zum Ausgangspunkt seiner Untersuchungen genommen hat. Auch hier trat, nach den hauptsächlich im westlichen Westfalen und am Niederrhein gemachten Beobachtungen, von 100 km Entfernung an eine Zone des Schweigens auf, die erst in etwa 160 km Abstand von der Schallquelle durch das äußere Gebiet der Hörbarkeit begrenzt wurde. Dieses Resultat stimmt mit den Ergebnissen überein, die *E. van Everdingen* (Utrecht) aus der Hörbarkeit des Antwerpener Kanonendonners auf holländischem Gebiet abgeleitet hatte. Die äußerste Grenze des Schallbereiches konnte auf holländischem Gebiet in 230 km, auf deutschem in 215 km Entfernung festgestellt werden. Möglicherweise gehören aber auch noch Orte an der mittleren Ems und im Teutoburger Walde zum Schallbereich der Antwerpener Beschießung, was die äußerste Grenze der Hörweite auf 260 km vergrößern würde.

Wenngleich es bisher nicht gelungen ist, eine völlig befriedigende Erklärung der merkwürdigen Zone des Schweigens zu geben, so kann man doch als erwiesen annehmen, daß sie durch die Beschaffenheit hoher Schichten unserer Atmosphäre hervorgerufen wird.

Nach der Anschauung vieler Meteorologen wird die uns bekannte Lufthülle der Erde, die im wesentlichen aus Stickstoff und Sauerstoff besteht, in einer Höhe von etwa 70 km abgelöst durch eine Wasserstoff-Atmosphäre, die auf der unteren, schwereren Luftmasse gewissermaßen schwimmt, und in der die Schallgeschwindigkeit fast viermal größer ist als in der Luft. Bei der totalen Reflexion der Schallstrahlen an dieser Grenzfläche sammeln sich nach der Theorie *G. von dem Borne*s gewisse Schallstrahlen zu einer Art Brennpunktlinie an der inneren Grenze der äußeren Schallzone. Beobachtungen, die beim Bau der Jungfraubahn gelegentlich einer Explosion von 20 000 kg Dynamit am

15. November 1908 an der Eigerwand gemacht wurden, sind von A. de Quervain ausgewertet worden und ergaben, ebenso wie diejenigen bei der Beschießung Antwerpens, eine recht befriedigende Übereinstimmung mit den theoretisch berechneten Werten G. von dem Bornes.

Allerdings darf nicht verschwiegen werden, daß dessen Erklärung nicht ohne Widerspruch geblieben ist und namentlich von den oben genannten japanischen Forschern bekämpft wird. Diese sehen den Grund für die Zone des Schweigens in den Windverhältnissen, vor allem in einer gewissen Verschiedenheit der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung in hohen Luftschichten.

Wie dem aber auch sei, jedenfalls ist das Phänomen der abnormen Hörbarkeit des Kanonendonners auch von größter Wichtigkeit für die Strategie und Taktik. Dörr weist nach, daß dem Kanonendonner als Angriffs- und Richtungssignal eine hohe Bedeutung zukommt, denn seine Hörbarkeit beeinflusst Feldherren und Unterführer in ihren Schlüssen und Dispositionen. Seine Wahrnehmbarkeit kann aber, selbst bei verhältnismäßig geringen Entfernungen von 30 oder 40 km, durch Einflüsse geographischer und meteorologischer Natur bis zur völligen Unterdrückung unterbunden werden. Mit Bestimmtheit ist demnach auf das Hörbarwerden des Geschützfeuers jederzeit und an allen Orten nicht zu rechnen.

Als ein typisches Beispiel dafür, daß wichtige militärische Maßnahmen durch die Art der Ausbreitung des Schalles sehr wesentlich beeinflusst werden können, sei hier ein Passus aus Moltkes Geschichte des Deutsch-französischen Krieges über die Schlacht bei Spichern am 6. August 1870 wiedergegeben:

„Entscheidend hätte jetzt die 13. Division eingreifen und dem ganzen Gefechte ein Ende machen können. Dieselbe war, allerdings nach einem Marsch von vier Meilen, bereits um 1 Uhr in Püttlingen eingetroffen, kaum mehr als eine Meile von Stiering entfernt. Als das Gefecht bei Saarbrücken vernommen wurde, rückte auch wirklich die Avantgarde um 4 Uhr nach Rossel vor. Im dortigen Waldgelände soll Geschützfeuer nicht hörbar gewesen sein, man hielt den Kampf für beendet, und die Division bezog Biwaks.“

Deutlich klingt in diesen Worten ein Zweifel an der Aufmerksamkeit der Truppenführer hindurch, und doch läßt sich nach unserer heutigen Kenntnis annehmen, daß hier wie in manchen anderen Fällen die Form des Geländes einer normalen Ausbreitung des Schalles hinderlich gewesen ist. Für die Schallstrahlen bilden oft niedrige Höhenzüge, wenn sie in der Nähe der Schallquelle liegen, unüberwindliche Hindernisse, während in größeren Entfernungen selbst Hochgebirge ohne Schwierigkeit von dem Schall überquert werden. Deutlich ergeben die Untersuchungen über den Einfluß der Seehöhe auf die Reinheit des Schalles und bezüglich der Fortpflanzungsgeschwindigkeit desselben manche interessante Einzelheiten, deren Erklärung noch nicht gelungen ist. Es würde daher zweifellos zu wichtigen Ergebnissen führen, wenn die Hörbarkeit von Geräuschen nicht nur an der Erdoberfläche, sondern gleichzeitig in emporgelassenen Fesselballons studiert werden könnte, wozu der gegenwärtige Krieg eine günstige Gelegenheit bietet. Derartige systematische Beobachtungen könnten uns Aufschlüsse über die Beschaffenheit der Atmosphäre in unerreichbaren Höhen liefern und zur Lösung des Rätsels beitragen, in das die Zone des Schweigens, wie manche andere Abnormalitäten in der Hörbarkeit des Kanonendonners vorläufig noch gehüllt sind.

O. B.

**Interferenz der Röntgenstrahlen und Kristallstruktur.** Beim Durchgang eines Röntgenstrahles durch einen Kristall werden bekanntlich die verschiedenen in dem Röntgenstrahl enthaltenen Wellenlängen infolge der Gitterstruktur des Kristalls gebeugt, sodaß auf einer hinter dem Kristall aufgestellten photographischen Platte nicht nur eine Spur des primären engbegrenzten Röntgenstrahles entsteht, sondern um sie herum, regelmäßig geordnet, eine große Zahl von Schwärzungspunkten, die von den abgebeugten Strahlen herrühren. Bisher war noch nicht entschieden, ob die zu den seitlichen Schwärzungspunkten Veranlassung gebenden abgebeugten Strahlen nur Ätherstrahlen einer bestimmten Wellenlänge enthalten, oder ob etwa in jedem der abgebeugten Strahlen ebenso wie im Primärstrahl alle Wellenlängen zugleich wieder enthalten sind. Zur Entscheidung dieser für die Röntgenspektrometrie grundlegenden Frage läßt R. Glocker (R. Glocker, Interferenz der Röntgenstrahlen und Kristallstruktur. *Annalen der Physik* Bd. 47, S. 377. 1915) einen der abgebeugten Strahlen von neuem auf eine Kristallplatte derselben Art fallen und untersucht die (nach ca. 20 stündiger Exposition) hinter diesen zweiten Kristall photographierten Beugungsstrahlen. Nennt man das hinter dem ersten Kristall entstehende Photogramm das „primäre“ und das hinter dem zweiten Kristall entstehende das „sekundäre“, so würde, falls im abgebeugten Strahl alle Wellenlängen des ursprünglichen Strahles enthalten sind, das sekundäre Photogramm gleich dem primären sein; wenn der abgebeugte Strahl dagegen nur aus einer einzigen Wellenlänge besteht, so müssen auf dem sekundären Photogramm eine Anzahl der Punkte des primären Photogramms fehlen. Zur Entscheidung dieser Frage war eine sehr sorgfältig durchdachte Versuchsanordnung nötig. Besondere Beachtung wurde der Aufstellung der Kristalle und der Blenden und der Abschirmung diffuser sekundärer Röntgenstrahlen geschenkt. Dabei wurden wegen der langen Dauer jeder Aufnahme und des kostspieligen Röhrenverbrauchs immer zwei Kontrollaufnahmen zu gleicher Zeit gemacht. Vorversuche zeigten, daß die gewöhnlichen Röntgenplatten dadurch für Röntgenstrahlen empfindlicher gemacht werden konnten, daß ihre Schichtdicke vergrößert wurde. Auch wurden bei jeder Aufnahme mehrere Platten dicht aufeinander gelegt, zugleich belichtet und nach dem Entwickeln wieder aufeinander gelegt, sodaß sich beim Hindurchsehen die Schwärzungen addierten. Andernfalls wären noch längere Belichtungszeiten nötig gewesen. Der Hauptversuch wurde mit zwei Steinsalzkrystallen ausgeführt. Es zeigte sich auf dem sekundären Photogramm nur eine Anzahl der Schwärzungspunkte des primären Photogramms, und zwar gelang es durch Ausmessung der Abstände nachzuweisen, daß alle Schwärzungspunkte des sekundären Photogramms einer einzigen Wellenlänge und deren erstem Oberton zugehören, d. h. daß die durch die Raumgitterstruktur der Kristalle abgebeugte Röntgenstrahlung eine monochromatische Strahlung ist, während die von der Röntgenröhre ausgehende Strahlung als weißes Röntgenlicht zu bezeichnen ist. — Nachdem es so gelungen war, Röntgenstrahlen einer Wellenlänge nachzuweisen, wurde an die weitere Aufgabe gegangen, mit dieser monochromatischen Röntgenstrahlung die Struktur der Kristalle zu erforschen und im besonderen die Gitterkonstanten zweier Kristalle miteinander zu vergleichen. Dazu wurde ein vom Kristall I abgebeugter Strahl auf einen Kristall II fallen gelassen und das so entstehende Photogramm aufgenommen und berech-

net. Da die Differenzen der Gitterkonstanten von Steinsalz, Sylvin und Bromkalium (die verwendet wurden) sehr wenig voneinander abweichen, war hier eine besonders genaue Einstellung und Fehlerschätzung nötig. Das Resultat war, daß sich die Gitterkonstanten von Steinsalz und Sylvin verhalten wie 1 : 1,22, die von Bromkalium und Steinsalz wie 1 : 1,150 und daß das Steinsalzraumgitter zum flächenzentrierten, das Sylvingitter zum kubischen Typus gehört und daß das Bromkaliumgitter ein flächenzentriertes Gitter von Bromatomen ist.

P. Lg.

Die Frage nach der **elektrischen Leitfähigkeit kolloider Lösungen** ist der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Leitfähigkeitsversuche an kolloiden Lösungen stoßen auf die Schwierigkeit, daß es nicht möglich ist, kolloide Lösungen trotz ausgiebiger Dialyse vollkommen elektrolytfrei zu erhalten, da kleine Salzmenngen durch Adsorption stets am Kolloid haften bleiben. Es ist somit auf Grund der praktischen Versuchsergebnisse allein nicht möglich zu entscheiden, in welchem Maße einerseits das Kolloid und andererseits die zurückgehaltene Salzmenge am Stromtransport beteiligt sind. Nordenson (*Kolloid-Zeitschr.* 16, 65, 1915) kommt, gestützt auf theoretische Betrachtungen, zu dem Satze, daß sich die Leitfähigkeiten einer Substanz, wenn sie das eine Mal kolloid, das andre Mal iondispers (elektrolytisch) gelöst ist, umgekehrt wie die zweite Potenz der Radien der suspendierten Partikelchen verhalten. Man kann somit aus der Teilchengröße und Konzentration einer kolloiden Lösung ihre Leitfähigkeit oder wenigstens die Größenordnung derselben berechnen. Kolloide von geringer Konzentration und kleinem Dispersitätsgrade besitzen einen nicht meßbaren Wert der Leitfähigkeit, d. h. der Stromtransport wird in solchen Lösungen von den anwesenden Elektrolyten besorgt. Hingegen zeigen nichtmetallische Kolloide (Eisenoxyd, Berlinerblau, Thoriumoxyd), die gewöhnlich stark konzentriert und hochdispers sind, eine meßbare Eigenleitfähigkeit.

O. F.

## Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

### 24. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

Herr Hertwig sprach über neuere Errungenschaften auf dem Gebiete der Entwicklungslehre. Er veranschaulichte dieselben teils durch Projektion von Schemata aus seiner im Druck befindlichen neuen Auflage der Entwicklungsgeschichte, teils durch Projektion von Abbildungen der jüngsten menschlichen Embryonen, die mit den Hilfsmitteln der modernen Technik konserviert und untersucht worden sind.

### 8. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr Diels.

1. Herr Planck legte eine Abhandlung vor: Über Quantenwirkungen in der Elektrodynamik. Auf Grund eines von Einstein angegebenen, von Fokker verallgemeinerten Satzes über statistisches Gleichgewicht wird von neuem gezeigt, daß die Gesetze der klassischen Elektrodynamik mit Notwendigkeit zum Rayleighschen Strahlungsgesetz führen. Nimmt man aber die Emission der Wärmestrahlung in gewisser Weise als un stetig an, so kann man mit Hilfe des obigen Satzes zur Ableitung der von der Erfahrung bestätigten Strahlungsformel gelangen.

2. Herr Rubner legte eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. von Hansemann in Berlin über „Die Lungenatmung der Schildkröten“ vor. (Ersch. später.) Von Hansemann hat durch eingehende Untersuchungen der Lungen von Schildkröten nachgewiesen, daß der ventralen Seite der Lunge ein quergestreifter Muskel, den er Muscul. pulmonalis zu benennen vorschlägt, aufliegt, welcher für den Zweck der Atmung von wesentlicher Bedeutung erscheint.

### 15. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

1. Herr Schwarz las: 1. Vervollständigung eines von Steiner angegebenen Beweises, betreffend das Maximum des Flächeninhalts ebener isoperimetrischer Vielecke.

2. Ausdehnung eines von Herrn Study<sup>1)</sup> angegebenen, zunächst nur für ebene isoperimetrische Vielecke geltenden Beweises auf den Fall sphärischer Vielecke.

3. Herr Willstätter überreicht eine in Gemeinschaft mit Herrn A. Stoll ausgeführte Untersuchung: „Über die Assimilation ergrünender Blätter“. Die assimilatorische Leistung wird bei Blättern in der Frühjahrsentwicklung, bei ergrünenden etiolierten Gewächsen und bei chlorotischen Pflanzen quantitativ untersucht. In verschiedenen Fällen werden Abweichungen von der Proportionalität zwischen Chlorophyllgehalt und Assimilation aufgefunden, die zu den Angaben der Literatur in Gegensatz stehen.

### 22. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr Diels.

1. Herr Stumpf las über: Die Struktur der Sprachlaute. (Ersch. später.) Durch ein System zahlreicher Interferenzröhren, wie solche bereits von Grützner und Sauberscharz zu Vokaluntersuchungen benutzt wurden, kann man jeden Sprachlaut in seine letzten Teile zerlegen, wenn man ihn von der oberen Tongrenze aus allmählich abbaut und dann von seinem unteren Ende wieder aufbaut. Auf diesem Wege ist auch der Formant jedes Lautes am direktesten zu bestimmen.

2. Herr Engler überreichte Heft 64 und 65 des akademischen Unternehmens „Das Pflanzenreich“ (Leipzig 1915) und sein eigenes Werk: Die Pflanzenwelt Afrikas, Bd. 3, Heft 1 (Leipzig 1915).

## Zeitschriftenschau.

(Selbstanzeigen.)

### Annalen der Physik, Heft 11, 1915.

Über den Astigmatismus des Nicols und seine Beseitigung im Polarisationsmikroskop; von Siegfried Becker.

Spontane Temperaturabweichungen in einem Gase; von F. v. Hauer. Es wird auf Grund des Maxwell'schen Geschwindigkeitsverteilungsgesetzes die Wahrscheinlichkeit berechnet, daß  $n$  Moleküle eines Gases eine von der mittleren Temperatur abweichende Temperatur zwischen  $\tau$  und  $\tau + d\tau$  haben. Daraus ergibt sich ihre wahrscheinlichste und mittlere Temperaturabweichung sowie die Größe der „praktisch noch vorkommenden Abweichungen“. Die beiden letzten Angaben lassen sich auch auf Grund einer zuerst von A. Einstein verwendeten Formel für Abweichungen vom „idealen thermodynamischen Gleichgewicht“ gewinnen. Die Resultate der beiden Wege werden kurz verglichen und schließlich eine Parallele gezogen zwischen den Zuständen eines Gases, das ein abgeschlossenes System darstellt, und dem Universum.

Interferenz der Röntgenstrahlen und Kristallstruktur; von R. Glocker. s. Kleine Mitteilungen S. 435.

<sup>1)</sup> Mathematische Annalen Bd. 68, S. 137—140, 1910.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 34.

20. August 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Über die Arbeit des Instituts für Radiumforschung.  
Von *Dr. Fritz Paneth, Wien.* S. 437.

Honig. Von *Dr. H. Kutteneuler, Elberfeld.* S. 443.

Zuschriften an die Herausgeber:

Einige Beobachtungen an stark gespannten  
Glasplatten. Von *Josef R. von Geitler.* S. 445.

Besprechungen:

Leonhard, R., Paphlagonia. Von *Max Friedrichsen.* S. 446.

Koegel, Ludwig, Das Urwaldphänomen Amazoniens. Von *F. W. Neger.* S. 447.

Ehrenberg, Paul, Die Bodenkolloide. Von *E. Ramann.* S. 447.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

# Lehrbuch der Geschichtsphilosophie

Von **Dr. Georg Mehlis**

Professor an der Universität Freiburg i. Br.

Preis M. 20.—; in Halbfranz gebunden M. 23.—

## Inhaltsübersicht:

Vorbemerkungen.

I Probleme der Geschichtsphilosophie oder Theorie der Geschichte und Universalgeschichte.

Geschichtsphilosophische Grundfragen.

Allgemeiner Charakter der Geschichtsphilosophie und ihrer Probleme.

Der Begriff der Philosophie.

Der Begriff der Geschichte.

Geschichtsphilosophische Einzelprobleme.

Probleme der Geschichtslogik.

Probleme der historischen Wertlehre.

Die Probleme der Universalgeschichte.

II. Geschichte der Geschichtsphilosophie.

Einleitung.

Das Werden des geschichtsphilosophischen Gedankens in dem griechischen Kulturkreise.

Die Entfaltung des geschichtsphilosophischen Gedankens in der christlichen Philosophie.

Die Vollendung der Geschichtsphilosophie im deutschen Idealismus.

III. Das System der Geschichtsphilosophie oder inhaltliche Konstruktion der Universalgeschichte.

Der Sinn des historischen Geschehens.

Allgemeine Konstruktion des universalhistorischen Prozesses.

Die religiöse Entwicklung.

Die ästhetische Entwicklung.

Die philosophische Entwicklung.

Die sittlich-staatliche Entwicklung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10. 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere

Herausgegeben von

**F. Czapek-Prag, M. Gildemeister-Strassburg, E. Godlewski jun.-Krakau,  
C. Neuberg-Berlin, J. Parnas-Strassburg**

Redigiert von **F. Czapek** und **J. Parnas**

Jeder Band ist einzeln käuflich

Vor kurzem erschien:

Band I

## Die Wasserstoffionenkonzentration

Ihre Bedeutung für die Biologie und die Methoden ihrer Messung

Von Professor Dr. **Leonor Michaelis**

Privatdozent an der Universität Berlin

Mit 41 Textfiguren — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

### Aus dem Vorwort der Herausgeber.

Der Großbetrieb unserer Wissenschaft fordert immer neue literarische Werkzeuge. Vor einem Menschenalter bestand der literarische Handapparat des Physiologen in einer kleinen Anzahl von Fachzeitschriften und Archiven, die jährlich etwa ein Dutzend Bände hervorbrachten, und aus einigen trefflichen Lehr- und Handbüchern von bescheidenem Umfang. Heute füllt die wissenschaftliche Produktion auf dem Gebiete der Physiologie und ihrer Nachbarwissenschaften jährlich Hunderte von Bänden; um unsere Handbücher zu schreiben, reicht die Kraft des einzelnen nicht mehr aus; sie sind das gemeinsame Werk einer größeren Zahl von Forschern und finden in der jüngsten Zeit, nach möglicher Vollständigkeit strebend, keinen Abschluß mehr, sondern gehen in periodisch erscheinende Werke über. Schon dadurch ist die Möglichkeit einer leichten Orientierung vermindert; und die literarischen Behelfe versagen noch mehr dort, wo es sich um das heute so wesentliche Ineinandergreifen der Nachbarwissenschaften handelt.

In unserer Zeitschriftenliteratur wirken seit einem Jahrzehnt die unter dem Titel *Ergebnisse* erscheinenden Sammlungen von Essays aus den Gebieten der Physiologie und Anatomie sehr ersprießlich, sie haben viel dazu beigetragen, auf kleineren Forschungsgebieten rasche Orientierung zu vermitteln. Die Monographiensammlung soll die Ideen, welche den „Ergebnissen“ zugrunde liegen, nach verschiedenen, auch neuen Richtungen hin ausbauen. Es sollen weitere Gebiete einheitlich durchgearbeitet werden; der Autor kann, wie dies früher geschah, unter beliebiger Berücksichtigung der Literatur dem Leser den gegenwärtigen Stand der Kenntnisse auseinandersetzen und so eine bedeutendere Vertiefung des Gegenstandes erreichen, als sie in der modernen Handbuchttechnik möglich ist; denn diese bezweckt ja vor allem Sammlung des Materials.

In mancher Beziehung erscheinen uns die auf ein engeres Gebiet beschränkten, von F. G. Hopkins und R. A. Plimmer herausgegebenen „*Monographs on Biochemistry*“ vorbildlich, und unser Bestreben geht dahin, in der deutschen Literatur eine ähnliche Monographienreihe zu schaffen, deren Gebiet aber die gesamte Physiologie in der Ausdehnung von den Grenzen der Chemie und Physik einerseits bis zur experimentellen Morphologie und Vererbungsforschung andererseits umfassen soll.

Die Art der Darstellung soll in unseren Monographien streng wissenschaftlich gehalten sein, doch werden eingehende Spezialkenntnisse nicht vorausgesetzt werden; die Monographien sollen die Einführung in einzelne Gebiete jedem Biologen vermitteln und dem wissenschaftlich tätigen Physiologen Gelegenheit bieten, die Leitlinien der Forschung auch in jenen Gebieten kennen zu lernen, welche er selten betritt und doch zu seiner Lebensarbeit braucht.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

20. August 1915.

Heft 34.

## Über die Arbeit des Instituts für Radiumforschung.

Von Dr. Fritz Paneth, Wien.

1. *Gründung und Aufgabe des Instituts.* „Dr. Karl Kupelwieser hat dieses Haus der physikalischen Erforschung der radioaktiven Stoffe gewidmet, eingerichtet und der dankbaren kaiserlichen Akademie der Wissenschaften als ihr Eigentum übergeben.“ So die Inschrift in der Vorhalle des Wiener Radiuminstituts; es liegt in der Boltzmannngasse zwischen den großen Neubauten der physikalischen und chemischen Universitätslaboratorien, wohin es wegen der Beziehungen zu beiden Nachbardisziplinen am besten paßt. Formell untersteht es allerdings nicht der Universität, sondern der Akademie der Wissenschaften, die ihr Mitglied, Hofrat F. Exner, mit der Direktion betraut hat; die interne Leitung liegt in den Händen von Professor Stefan Meyer, dem zwei Assistenten zur Seite stehen.

Das Institut wurde im Herbst des Jahres 1910 eröffnet. Es ist ausschließlich Forschungsinstitut, enthält darum keinen Hörsaal, sondern gegen 20 einzelne Arbeitszimmer für physikalische und chemische Untersuchungen; medizinische Arbeiten sind statutenmäßig ausgeschlossen<sup>1)</sup>. Die Arbeitsplätze werden von der Leitung des Instituts an Forscher beliebiger Nationalität vergeben; bei beschränktem Platz werden solche bevorzugt, die bereits einschlägige Arbeiten ausgeführt haben. Als einziges Institut seiner Art in Österreich hat es natürlich auch die offiziellen Messungen radioaktiver Präparate, namentlich die der sekundären Standards, vorzunehmen, und die hierbei zutage tretenden Wünsche nach Vervollkommen der Meßmethodik und Sicherstellung der Konstanten sind, in ähnlicher Weise wie dies bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg der Fall ist, richtunggebend für einen Teil der wissenschaftlichen Arbeiten<sup>2)</sup>.

Die Untersuchungen werden als „Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung“ fortlaufend numeriert und in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften ver-

öffentlicht; die in das Gebiet der Chemie gehörenden erscheinen einige Zeit später auch in den Monatsheften für Chemie. Einzelne Arbeiten wurden auch in reichsdeutschen Zeitschriften publiziert.

2. *Die Standard-Präparate.* Die wichtigste Aufgabe zur Zeit der Eröffnung des Instituts war die Herstellung eines chemisch absolut reinen Radiumsalzes und die Ausarbeitung einer exakten Meßmethodik zur Bestimmung seiner Strahlung. Denn bis dahin waren die Angaben der verschiedenen Laboratorien auf willkürliche Standards bezogen, über deren Reinheit nichts Genaueres bekannt war, so daß die Werte nur zu relativen Vergleichen verwertet werden konnten. Die Herstellung reinsten Radiumchlorids und Radiumbromids führte Professor O. Hönigschmid im Zusammenhang mit einer Revision des Atomgewichts des Radiums aus (Mitteilungen a. d. Institut Nr. 8 u. Nr. 29); es gelang ihm durch eine große Reihe von Kristallisationen die Salze so vollkommen von Barium zu befreien, daß spektroskopisch keine Spur des letzteren mehr nachzuweisen war. Das Atomgewicht des Radiums, das sich aus einer großen Zahl von vorzüglich übereinstimmenden Analysen dieser Salze ergab, beträgt 226,0. Dieser nach den neuesten Methoden der Atomgewichtsforschung erhaltene Wert hat merkwürdigerweise die Zahl 226,4, welche den viel weniger genauen Atomgewichtsbestimmungen von Frau Curie und Ramsay und Gray entnommen ist, in den jährlich erscheinenden Tabellen der Internationalen Atomgewichtskommission noch nicht zu verdrängen vermocht. Die an und für sich geringfügige Differenz ist wegen der theoretischen Spekulationen, die sich an diese Zahl anknüpfen, von Wichtigkeit und die Verweigerung der verdienten Anerkennung durch die Atomgewichtskommission ändert selbstverständlich nichts an dem Umstand, daß alle auf diesem Gebiete Arbeitenden, auch die englischen, französischen und amerikanischen Forscher, ausschließlich die Hönigschmidsche Zahl ihren Überlegungen zugrunde legen.

Drei der von Hönigschmid hergestellten Radiumchloridpräparate wurden im März 1912 nach Paris gebracht und dort von den Mitgliedern der „Standardkommission“ (Frau Curie, A. Debierne, O. Hahn, St. Meyer, E. Rutherford, E. v. Schweidler, F. Soddy) mit einem Salz verglichen, das Frau Curie auf Wunsch des II. Internationalen Radiologenkongresses (Brüssel 1910) in möglichster Reinheit hergestellt hatte. Es ergab sich das erfreuliche Resultat, daß die Strahlung aller vier Präparate, auf die Gewichtseinheit bezogen, vollkommen gleich stark war, ein neuer Beweis dafür, daß tat-

1) In der „Radiumstation des k. k. Allgemeinen Krankenhauses“ in Wien stehen den Medizineren annähernd ebenso große Radiummengen, wie sie unser Institut besitzt, zur Verfügung.

2) Da das Institut durch offizielle Aufträge und die wissenschaftlichen Untersuchungen sehr in Anspruch genommen ist, können Emanations- und Radiumbestimmungen für Privatpersonen oder Firmen nur nach Maßgabe der verfügbaren Zeit übernommen werden.

sächlich reines Radiumchlorid vorlag. Das von Frau Curie gelieferte Präparat wurde zum *internationalen Standard* erklärt, eines der von *Hönigschmid* bereiteten zum *gleichwertigen Ersatzstandard*; das erstere wird in Sèvres bei Paris im Bureau des poids et mesures, das letztere im Wiener Radiuminstitut aufbewahrt.

Der Gehalt beliebiger Radiumbariumgemische an Radium kann nun, wo die Strahlung 100 proz. Salzes bekannt ist, durch eine einfache Aktivitätsmessung genau bestimmt werden. Notwendig dazu ist neben einem geeigneten Meßinstrument nur ein Präparat, dessen Gehalt durch direkte Vergleichung mit einem Standard bestimmt wurde, ein sogenannter *sekundärer Standard*. Bei der großen kommerziellen Bedeutung von Radium und Mesothorium hat sich in allen Kulturstaaten das Bedürfnis nach solchen sekundären Standards fühlbar gemacht; ihre Herstellung bildet eine wichtige Aufgabe des Wiener Instituts. Das Radiumsalz dazu wurde von der österreichischen Regierung den andern Staaten bisher zu einem etwas ermäßigten Preise überlassen; nachdem es in der vorschriftsmäßigen Weise eingeschlossen war, wurde sein Gehalt nach verschiedenen Meßmethoden mit der größten gegenwärtig erreichbaren Exaktheit gemessen; hierauf wurde es nach Paris geschickt, mit dem dortigen Standard verglichen, und dann erst wurde von dem Präsidenten der Standardkommission, Sir *E. Rutherford* in Manchester, der nach seiner Meinung wahrscheinlichste Wert angenommen und das in drei Sprachen (deutsch, französisch, englisch) abgefaßte Zeugnis, das bereits für die Wiener Messung die Unterschrift von *St. Meyer* und für die Pariser die von Frau Curie trug, endgültig ausgefertigt und unterzeichnet.

Folgende kleine Tabelle gibt eine Übersicht über diejenigen Staaten, die bereits sekundäre Standards aus dem Wiener Radiuminstitut bezogen haben, und läßt zugleich erkennen, daß gegenwärtig eine Meßgenauigkeit von wenigen Promille erreicht werden kann.

	Gehalt an Milligramm Radiumchlorid		
	nach der Wiener Messung	nach der Pariser Messung	Gewähltes Mittel
Deutsches Reich <sup>1)</sup>	19,73	19,74	19,73
England	21,10	21,16	21,13
Vereinigte Staaten von Amerika	20,29	20,28	20,28
Schweden	9,74	9,71	9,73
Japan	9,80	9,80	9,80
Portugal	9,07	9,11	9,09

Die Radiummenge des Normalpräparates ist insofern von Bedeutung, als nur Präparate von annähernd gleichem Gehalt verglichen werden dürfen, wenn die Messung einen hohen Grad von Genauigkeit besitzen soll. Das Wiener Institut, dem

Proben ganz verschiedener Größenordnung zur Bestimmung vorgelegt werden, verfügt zu diesem Zweck über einen Satz von 10 Standards, deren kleinster 1,49 mg und größter 807,25 mg Radiumchlorid enthält. Ein beträchtlicher Teil des Radiumbesitzes unseres Instituts ist in dieser Weise festgelegt, um den Anforderungen an Meßgenauigkeit in jedem Fall voll entsprechen zu können; ein weiterer Teil befindet sich beständig in Lösung, verbunden mit einer Apparatur zum Abpumpen der Emanation, damit dieses Gas sowohl wie die weiteren Zerfallsprodukte des Radiums stets für wissenschaftliche Arbeiten zur Verfügung stehen. Standardlösungen für Emanationsbestimmungen stehen nicht in Verwendung, der Emanationsgehalt eines zu untersuchenden Wassers wird durch absolute Strommessung in geeichten Apparaten bestimmt.

3. *Bestimmung von Konstanten.* Mit den von *Hönigschmid* hergestellten absolut reinen Radiumsalzen wurden verschiedene Präzisionsbestimmungen vorgenommen und dadurch wichtige Konstanten gewonnen. *St. Meyer* und *V. Hess* (Mitt. 17) maßen die *Wärmeentwicklung*, die  $\alpha$ -Strahlung und die  $\gamma$ -Strahlung von  $\text{RaCl}_2$  und die *Ionisationswirkung von Ra-Emanation*. Diese physikalische Definierung von Präparaten genau bekannten Gehalts lieferte nicht nur die Grundlage für die Berechnung verschiedener wichtiger Zahlen, sondern ermöglicht es auch, unter Benutzung der von den Autoren beschriebenen Meßanordnungen für  $\gamma$ -Strahlung, ungefähre Gehaltsbestimmungen radioaktiver Präparate zu machen, ohne im Besitz eines Standards zu sein<sup>1)</sup>. Etwas später hat *Hess* (Mitt. 25) auch die Wärmeentwicklung von Radium bestimmt, das noch keines seiner Zerfallsprodukte nachgebildet hat. — Die Messung des Sättigungsstromes, der von Radiumemanation unterhalten wird, ist stets mit der Ungenauigkeit behaftet, daß die  $\alpha$ -Strahlen in der Nähe der Gefäßwände ihre ionisierende Wirkung nicht voll zur Geltung bringen können; in der Regel werden ziemlich unsichere empirische Korrekturen dafür angebracht, *L. Flamm* und *H. Mache* (Mitt. 13, 38, 54) zeigten jedoch, daß der Fehlbetrag bei einer bestimmten Meßanordnung, dem Schutzringplattenkondensator, auf theoretischem Wege gefunden werden kann, und ermittelten auf diese Weise den „Stromwert“ eines Curie Eman. mit erhöhter Genauigkeit.

Das *Bogen- und Funkenspektrum* des Ra war an bariumhaltigen Präparaten von *F. Exner* und *E. Haschek* (Mitt. 1) aufgenommen worden; eine Wiederholung der Aufnahme durch *Haschek* und *Hönigschmid* (Mitt. 31) mit dem reinsten Salz ergab, wie erwähnt, das Resultat, daß auch die stärksten Bariumlinien nicht mehr sichtbar waren,

<sup>1)</sup> Normalpräparat der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg.

<sup>1)</sup> Es sei hier nebenbei erwähnt, daß dieses Ziel in noch vollkommenerer Weise mit dem später von *Hess* für diesen Zweck geeichten Wulfschen Strahlungsapparat erreicht werden kann. Vergl. Phys. Z. 14, 1135 (1913).

woraus sich die obere Grenze für den Bariumgehalt des Wiener Standards zu 0,002 % ergibt, eine so verschwindende Menge, daß dadurch weder die Genauigkeit der Strommessungen noch auch die Atomgewichtsbestimmung des Radiums beeinflusst werden kann.

Dem *Absorptionsgesetz der  $\gamma$ -Strahlen* von Ra C wurde von A. Brommer (Mitt. 27) eine Untersuchung gewidmet; er lieferte den Nachweis, daß ihre angebliche Inhomogenität durch die erregte Sekundärstrahlung vorgetäuscht und bei geeigneter Versuchsanordnung ein einheitlicher Koeffizient der Absorption gefunden wird. Als absorbierendes Material verwendete er Quecksilber. Die Absorption der  $\gamma$ -Strahlen in Luft wurde von Hess (Mitt. 4) bestimmt. — Die von  $\gamma$ -Strahlen erzeugte *Sekundärstrahlung* war das Thema einer Arbeit von Kohlrausch und Schrödinger (Mitt. 61), die ihre experimentellen Ergebnisse quantitativ durch eine von ihnen entwickelte Theorie erklären konnten. — Die  $\gamma$ -Strahlungsmessungen, die St. Meyer und V. Hess (Mitt. 62) an *Mesothorpräparaten* ausführten, verfolgten den Zweck, die namentlich aus kommerziellen Gründen sehr wichtige Messung und Dosierung von Mesothor in möglichst korrekter Weise zu ermöglichen; dies ist hier viel schwerer als bei Radium, hauptsächlich wegen des Vorhandenseins zweier Arten von  $\gamma$ -Strahlen mit verschiedener Absorbierbarkeit, deren relative Beträge sich mit dem Alter des Präparats ändern; jedoch haben die von Meyer und Hess ermittelten Tabellen die Aufgabe, das  $\gamma$ -Äquivalent von Mesothorpräparaten (immer verglichen mit der Radium-C-Strahlung) anzugeben, wesentlich vereinfacht.

Auf andere Konstantenbestimmungen — *Intensität der  $\alpha$ -Strahlung von Uran* (Mitt. 23), *Lebensdauer von Uran und Radium* (Mitt. 48), *Lebensdauer von Thorium* (Mitt. 65), *Reichweite von Actiniumprodukten* (Mitt. 64), *Löslichkeit der Ra-Emanation* in Wasser (Mitt. 33), wässrigen Lösungen (Mitt. 51, 52) und organischen Flüssigkeiten (Mitt. 50, 72) — kann hier nicht eingegangen werden.

4. *Die durchdringende Strahlung der Atmosphäre.* Den Anlaß zu der oben erwähnten Arbeit von Hess über die Absorption von  $\gamma$ -Strahlen in Luft bildete die Frage nach dem Ursprung der durchdringenden Strahlung der Atmosphäre. Sie wird bekanntlich meist dahin beantwortet, daß für diese Strahlung teils der radioaktive Gehalt der Erde, teils die in der Luft suspendierten radioaktiven Partikeln verantwortlich zu machen sind, und man muß nach beiden Ursachen erwarten, die Strahlung in höheren Schichten der Atmosphäre geringer zu finden. Hess beobachtete aber bei seinen zahlreichen zu diesem Zweck angestellten Ballonfahrten (Mitt. 9, 30, 53) nicht nur keine Abnahme, sondern in Höhen über 2000 m sogar eine deutliche und durch seine Messungen zweifelsfrei erwiesene Zunahme. Da er außerdem durch eine genaue quantitative Untersuchung

nachweisen konnte (Mitt. 46), daß nicht nur eine unerklärliche Steigerung der Strahlung in größeren Höhen stattfindet, sondern auch ihr durch viel zahlreichere Messungen festgestellter Betrag in 1000 m Höhe nur zu etwa 5 % auf die Wirkung der uns bekannten radioaktiven Stoffe zurückgeführt werden kann, spricht er als Schlußfolgerung die Ansicht aus, daß ein großer Teil der durchdringenden Strahlung von unbekannten radioaktiven Substanzen oder von einer außerterrestrischen Strahlenquelle herrührt. Das interessante Problem ist noch ganz ungeklärt; die Sonne scheint als Erreger der Strahlung nicht wahrscheinlich, da die Effekte bei Nacht und bei einer Sonnenfinsternis ganz gleich gefunden wurden.

5. *Neue Methoden der Reichweite-Bestimmung.* Zuerst sei hier der schönen, mit ungewöhnlicher Geschicklichkeit durchgeführten Arbeiten von W. Michl<sup>1)</sup> über die *photographische Wirksamkeit der  $\alpha$ -Strahlen* gedacht (Mitt. 68, 69). Ihm gelang der Nachweis, daß die Spur der in eine photographische Schicht eingedrungenen  $\alpha$ -Teilchen durch die Prozesse des Entwickelns, Fixierens und Abspülens der Platte so wenig verändert wird, daß man die Länge der auf der entwickelten Platte sichtbaren Punktreihe direkt als Maß der Reichweite in Bromsilbergelatine ansehen kann. Diese von Michl zu großer Feinheit entwickelte photographische Methode zur Bestimmung der Reichweite gab ihm ein Mittel in die Hand, zum erstenmal den Nachweis zu erbringen, daß  $\alpha$ -Strahlen nicht nur in Gasen und festen Körpern, sondern auch in Flüssigkeiten eine wohldefinierte Reichweite besitzen, und die Werte hierfür bei einer größeren Zahl von Flüssigkeiten genau zu bestimmen.

Um die Reichweite von  $\alpha$ -Strahlen während ihrer Wirksamkeit demonstrieren zu können, hat K. Przibram (Mitt. 12) einen besonders für Vorlesungszwecke geeigneten Apparat ersonnen; er beruht darauf, daß Salmiaknebel, der einen Luftkondensator erfüllt, bei Anlegen eines elektrischen Feldes nur bis zu jenem Punkt aus dem Gesichtsfeld entfernt wird, bis zu welchem er durch die ionisierende Wirkung der  $\alpha$ -Strahlen auf das den Apparat erfüllende Gas elektrisch geladen worden ist. Die Länge des aufgehellten Teiles entspricht also der Reichweite der betreffenden  $\alpha$ -strahlenden Substanz.

Mit den *Schwankungen*, die sich in der Reichweite der einzelnen  $\alpha$ -Teilchen desselben Stoffes zeigen, beschäftigten sich die experimentellen Arbeiten von F. Friedmann (Mitt. 49) und R. W. Lawson (Mitt. 79) und die theoretischen Untersuchungen von L. Flamm (Mitt. 71, 82).

6. *Die Wirkungen der Radiumstrahlen.* Erwähnt sei zunächst die Arbeit von S. C. Lind über die Ozonisierung von Sauerstoff durch  $\alpha$ -Strahlen (Mitt. 11), die zu dem Ergebnis führte, daß die Zahl der gebildeten Ozonmoleküle von der gleichen

<sup>1)</sup> Gefallen im November 1914 auf dem galizischen Kriegsschauplatz.

Größenordnung ist wie die Zahl der durch die  $\alpha$ -Strahlen erzeugten Ionen und wahrscheinlich im idealen Fall die Hälfte davon beträgt. Wie wichtig ein derart einfaches Resultat für die Theorie der Ozonbildung ist, werden alle zu beurteilen wissen, die die Schwierigkeiten kennen, welche sich der Auffindung quantitativer Regeln für die Ozonbildung durch stille elektrische Entladung entgegenstellen. Es soll die Bemerkung nicht unterlassen werden, daß *Lind* seine Untersuchungen in Amerika fortgesetzt und weitere Stützen für seine Ansicht gewonnen hat, daß bei Gasreaktionen unter dem Einfluß äußerer ionisierender Agenzien ein einfaches — dem Faradayschen „elektrochemischen Äquivalent“ verwandtes — „ionochemisches Äquivalent“ Geltung hat<sup>1)</sup>.

Die Wirkung der  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen auf Gläser, Mineralien und Salze haben *St. Meyer* und *K. Przibram* studiert (Mitt. 24, 58). Chemisch reine Salze zogen sie deshalb in den Bereich ihrer Untersuchung, weil bei diesen Gesetzmäßigkeiten leichter zutage treten können als bei komplizierteren Systemen, wie sie natürliche Mineralien und Gläser darstellen. Sie konnten es sehr wahrscheinlich machen, daß die Verfärbung auf einer Ausscheidung kolloider Metalle beruht; der Mechanismus wäre so zu denken, daß die zugeführten Elektronen die positiven Metallionen entladen und in neutrale Metallpartikel überführen. Mit dieser Auffassung sind die Beobachtungen über Verstärkung und Regenerierung des Hallwachseffektes (Aussendung von Elektronen bei Belichtung), die eine  $\beta$ -Bestrahlung zur Folge hat, im besten Einklang.

Über chemische Wirkungen der durchdringenden Radiumstrahlung hat *A. Kailan* zahlreiche Untersuchungen veröffentlicht (Mitt. 5, 7, 21, 22, 32, 40, 41, 57, 60), deren Resultate sich nicht in Kürze wiedergeben lassen.

7. Die Isotopenfrage. Unter Isotopie versteht man die zuerst von *F. Soddy* beim Fall Radium-Mesothorium klar erkannte Erscheinung, daß verschiedene radioaktive Substanzen sich durch kein chemisches Verfahren voneinander trennen lassen, ja daß es sogar unmöglich ist, auch nur ihr Mengenverhältnis in irgend einer Weise zu verschieben. *Soddy*s Auffassung, daß hier eine prinzipielle Unmöglichkeit vorliegt, nicht nur eine Unwirksamkeit der bisher angewendeten chemischen Verfahren, stand in solchem Widerspruch mit den gewöhnlichen Anschauungen der Chemie — verschiedene Substanzen, namentlich solche von verschiedenem Atomgewicht, müssen verschiedene chemische Reaktionen zeigen —, daß eine möglichst eingehende Behandlung analoger Fälle empfehlenswert schien.

Aus diesem Grunde wurden die verschiedenartigsten Verfahren versucht, um Radium D von dem Blei, mit dem gemengt es aus der Pechblende gewonnen wird, zu trennen (Mitt. 42): Fällungen,

Überführung des Bleis in die vierwertige Form und partielle Reduktion desselben, Mitreißversuche, Destillationen, Elektrolysen in wässriger Lösung und im Schmelzfluß, Diffusions- und Dialyserversuche. Sie führten zur Erkenntnis, daß jede Anreicherung des RaD in Blei aussichtslos erscheint und alle früheren Angaben über erzielte Erfolge jedenfalls auf Fehlern in der Methodik beruhten. — Die Untrennbarkeit isotoper Stoffe auf elektrolytischem Wege wurde noch eingehender im Falle des Thorium C und Wismut, Radium E und Wismut, Thorium B und Blei bewiesen (Mitt. 44).

Man mußte sich mit dem Nachweis der Untrennbarkeit eines Gemenges isotoper Stoffe begnügen, solange nicht zwei Isotope — getrennt — in wägbaren Mengen vorlagen; nachdem es aber gelungen war, aus Emanation eine ausreichende Menge von RaD zu gewinnen, um auf einer Miniatur-Anode einen sichtbaren Beschlag von Radium-D-Superoxyd abzuschneiden (Mitt. 66), war es möglich, einen noch überzeugenderen Beweis für die chemische Gleichheit dieses Stoffes mit Bleisuperoxyd zu erbringen. Es wurde der Potentialsprung der  $\text{RaDO}_2$ -Elektrode gegen eine Lösung von Pb-Ionen gemessen und gezeigt, daß sich die elektromotorische Kraft dieses Systems mit der Pb-Ionenkonzentration genau in der Weise ändert, die für das System  $\text{PbO}_2/\text{Pb}$ -Ionen nach der bekannten Formel von *Nernst* zu erwarten ist. Aus diesem Versuch folgt, daß man nicht nur berechtigt ist, ein gleichmäßiges Gemisch von Isotopen chemisch wie ein einheitliches Element anzusehen, sondern daß dieselbe Betrachtungsweise auch dann, wenn die beiden Isotope getrennte Phasen bilden, gestattet, die Potentialdifferenz einfach nach der für ein einheitliches Element aufgestellten Formel zu berechnen: Die Atome von Isotopen können einander also — ungeachtet ihrer thermodynamischen Verschiedenheit — bei allen chemischen und elektrochemischen Reaktionen vertreten; die chemischen und elektrochemischen Eigenschaften eines Systems erleiden keine merkbare Änderung, wenn alle oder einige Atome durch Isotope ersetzt werden.

Die auf theoretischem Wege (*Russel*, *Hevesy*, *Fajans*, *Soddy*) gezogene Folgerung, daß Blei aus Uran-Mineralien ein niedrigeres Atomgewicht als das gewöhnliche Blei haben müsse, wurde gleichzeitig mit den Untersuchungen von *Richards* und *Lembert* und *Maurice Curie* von *O. Hönigschmid* und *Stefanie Horowitz* im Wiener Radiuminstitut bestätigt (Mitt. 73); während ihre Analysen der Pechblende aus Joachimsthal ebenso wie die der anderen Forscher nur ein Atomgewicht ergaben, das zwischen dem gewöhnlichen Wert 207,18 und dem für „Uranblei“ erwarteten lag, gelang es ihnen durch Analyse eigens ausgewählter kristallisierter Pechblendens aus Ostafrika und aus Norwegen tatsächlich den von der Theorie geforderten Wert 206,0 zu finden. Hier liegt also praktisch reines Uranblei (Radium G) vor, und die ansehnliche

<sup>1)</sup> *S. C. Lind*, Trans. Amer. Elektrochem. Soc. 24, 339 (1913); vgl. a. Z. phys. Chem. 84, 759 (1913).

von ihnen gewonnene Menge bildet ein wertvolles Material für weitere Isotopenstudien. Von *E. Haschek* wurden die *Spektren von RaG und gewöhnlichem Blei* mit starker Dispersion aufgenommen und als vollkommen *identisch* befunden; weder im Charakter der Linien noch in der Wellenlänge war ein Unterschied zu bemerken<sup>1)</sup>. Hiermit findet auch der seinerzeit viel diskutierte merkwürdige Befund von *Exner* und *Haschek* über das Ioniumspektrum (Mitt. 19) seine Erklärung; das von ihnen geprüfte Ionium-Thorium-Präparat enthielt einen so hohen Prozentsatz Ionium, daß man unbedingt erwarten mußte, das Ioniumspektrum damit zu erhalten. Trotzdem erschienen, von geringen Verunreinigungen abgesehen, nur die Thoriumlinien. Dieser auf Grund der damaligen Anschauungen über die Entstehung der Spektrallinien unlösbare Widerspruch wird durch die Isotopentheorie geklärt: *Ionium und Thorium haben, ebenso wie RaG und Blei, dasselbe Spektrum*. Auch die *Magnetisierungszahlen* von RaG-Chlorid und gewöhnlichem Bleichlorid, die *St. Meyer* (Mitt. 77) bestimmte, sind innerhalb der erreichbaren Versuchsgenauigkeit nicht zu unterscheiden.

Das RaG wurde ferner dazu benützt, um das elektromotorische Verhalten isotoper Stoffe noch genauer zu prüfen, als dies mit den minimalen Quantitäten Radium D möglich gewesen war. Das Resultat war ganz das gleiche: die verschiedenen *galvanischen Ketten* änderten ihre elektromotorische Kraft nicht im geringsten, wenn ein Teil der *Pb-Atome* durch die gleiche Anzahl *RaG-Atome* ersetzt wurde; die „elektrochemische Vertretbarkeit“ der beiden Atomarten wurde wieder durchwegs bestätigt gefunden (Mitt. 76).

*Holmes und Lawson* (Mitt. 70) diskutierten die Frage, ob das Endprodukt der Thoriumreihe gleichfalls eine stabile Bleiart, entsprechend dem Uranblei, ist. Sie beantworteten sie im negativen Sinn; nach ihren Überlegungen muß das *Thoriumblei instabil* sein und etwa eine Halbwertszeit von  $10^6$  Jahren besitzen.

8. *Physikalisch-chemische Untersuchungen*. Die meisten Radioelemente liegen nur in so geringer Konzentration vor, daß man ihr chemisches Verhalten auf theoretischem Wege selbst dann nicht voraussagen kann, wenn man — was ja in einzelnen Fällen zutrifft — ihre Isotopie mit bekannten und gut studierten Elementen kennt. Es müssen umgekehrt experimentelle Daten gesammelt und auf Grund dieser eine Theorie des Verhaltens unwägbare geringe Stoffmengen entwickelt werden.

So war der Befund, daß einzelne Radioelemente trotz ihrer verschwindend geringen Menge deutlich ausgeprägte *kolloide Lösungen* bilden (Mitt. 34, 47), ganz unerwartet und zunächst unverständ-

lich; es ließ sich wohl ein Zusammenhang zwischen chemischer Natur und Neigung, den kolloiden Zustand anzunehmen, feststellen (Mitt. 55), die Erklärung dieses Zusammenhanges wurde aber durch den Umstand erschwert, daß das Löslichkeitsprodukt der betreffenden Radiosalze in keinem Fall erreicht war und man daher „echte“ Lösungen erwarten mußte. Es schien möglich, daß Adsorptionerscheinungen eine Rolle spielen; eine daraufhin angestellte Untersuchung (Mitt. 63) führte zur Erkenntnis, daß tatsächlich in so extrem verdünnten Lösungen eine besondere Art „chemischer Adsorption“ sich geltend macht, die man sonst noch nicht zu beobachten Gelegenheit gehabt hatte, *eine Adsorption, die nicht auf Wirkung der Oberflächenspannung beruht, sondern in nächster Beziehung zur Löslichkeit der beteiligten Stoffe steht*<sup>1)</sup>.

Das Bestehen dieser Adsorption ließ auf Valenzkräfte schließen, die die Ionen des Salzes im festen Zustand zusammenhalten und deren Annahme nicht nur die chemische Adsorption, sondern auch das Kolloidwerden und überhaupt die in den Reaktionen der Radioelemente auffallende chemische Bestimmtheit erklären kann, die u. a. *Soddy* sowie *Fajans* und *Beer* hervorgehoben hatten. *Die Radiometalle werden nach dieser Auffassung dann beim Schütteln mit einem festen Salz adsorbiert und fallen beim Füllen eines Niederschlags dann aus, wenn die Anionen in der festen Phase sie durch ihre chemischen Valenzen an sich fesseln*<sup>2)</sup> (Mitt. 74). Die zur Erklärung der eigenartigen Adsorption der Radioelemente notwendige Annahme, daß die Ionen auch schon im festen Salz gesonderte Valenzen besitzen, also „dissoziiert“ sind, findet in den Ergebnissen der Bragg'schen Röntgenspektrographie der Kristalle die beste Stütze und wird wohl stets bei Betrachtung des Gleichgewichts zwischen gelösten Ionen und festem Salz Berücksichtigung verdienen.

Auch die Elektrochemie der Radioelemente ist durch die Kenntnis ihrer chemischen Natur noch nicht genügend bestimmt, da über das elektromotorische Verhalten molekularer Schichten zu wenig bekannt ist. Anschließend an Versuche, die *G. v. Hevesy* in Manchester ausgeführt hatte, wurde die elektrochemische Abscheidung von verschiedenen Radioelementen näher studiert; es erwies sich als wahrscheinlich, daß die Nernst'sche Formel über den Zusammenhang zwischen Zersetzungsspannung und Konzentration bis zu diesen extremen Verdünnungen gültig ist (Mitt. 66). Man ist dann berechtigt, auch den umgekehrten Weg einzuschlagen und aus der Zersetzungsspannung eines Radioelements auf sein Normalpoten-

<sup>1)</sup> Eine Reproduktion der erhaltenen Platte in Originalgröße ist der Publikation von *O. Hönlischmid* und *Stefanie Horowitz* beigegeben.

<sup>1)</sup> In der erwähnten Untersuchung wird die Regel aufgestellt, daß ein Salz jene Radioelemente gut adsorbiert, deren Verbindung mit dem elektronegativen Bestandteil des Adsorbens schwer löslich ist.

<sup>2)</sup> Daß sich tatsächlich auch für den Fall der Fällungen diese Auffassung bewährt, haben kürzlich *K. Fajans* und *F. Richter* durch Experimente bestätigt (Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 48, 700 [1915]).



tial zu schließen. Auf diesem Wege wurde gefunden, daß *Polonium in der Spannungsreihe nahe bei Silber* stehen muß, und außerdem sehr wahrscheinlich gemacht, daß ein *Poloniumsuperoxyd* existiert (Mitt. 67).

Ein weiterer Beitrag zur Chemie des Poloniums wurde von *R. W. Lawson* geliefert, der darauf hinwies, daß das Erscheinen von Polonium in entfernteren Teilen seines mit Wasserstoff gefüllten Apparates am besten durch vorübergehende Bildung eines *Poloniumwasserstoffes* gedeutet werden kann (Mitt. 80).

*St. Loria* nahm die *Verdampfungskurven von Thorium B und Thorium C* auf und fand hierbei bemerkenswerte Unterschiede, je nachdem, ob das Th C durch Aktivierung in Thoremanation oder durch Elektrolyse einer Lösung auf Platin niedergeschlagen worden war (Mitt. 81). — Große Neigung, sich mit Platin (und Palladium) zu verbinden, ist auch beim Polonium beobachtet worden (Mitt. 45).

9. *Verwendung der Radioelemente als Indikatoren.* Die hohe Empfindlichkeit der elektroskopischen Methoden macht es möglich, Spuren von Radioelementen qualitativ und quantitativ zu bestimmen, die bei inaktivem Material sich jedem Nachweis entziehen; dieser Vorteil der elektroskopischen Bestimmbarkeit kann jedoch einem inaktiven Element stets auch verliehen werden, wenn ein stark aktives Radioelement existiert, das mit ihm isotop ist. Man braucht in diesem Fall nur beide in Lösung zu bringen und zu vermischen. Isotope können, wie oben ausführlich besprochen, durch keine Operation wieder voneinander geschieden werden; *gleichzeitig mit einer gewissen Quantität des inaktiven Elements ist also stets auch eine proportionale Menge des Radioelements vorhanden und man kann die Aktivität des letzteren als Maß für die Menge des ersteren verwenden*; das Radioelement dient als „Indikator“.

Dieser Kunstgriff wurde zur Bestimmung der außerordentlich geringen *Löslichkeit des Bleichromats* verwendet (Mitt. 43), die den gewöhnlichen Verfahren fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegensetzt. Eine gemessene Menge Bleichlorid wurde mit einer gemessenen Aktivität Radium D indiziert, hierauf in Bleichromat verwandelt und dieses in gewöhnlicher Weise im Thermostaten bis zur Sättigung der Lösung geschüttelt; die Lösung enthielt keine irgend wägbare Menge Bleichromat, ihre Aktivität war aber elektroskopisch bestimmbar, und da das Verhältnis Aktivität : Gewichtsmenge Blei hier dasselbe sein mußte, wie in der anfangs hergestellten Lösung von Bleichlorid, konnte die Gewichtsmenge des in Lösung gegangenen Bleis, also die Löslichkeit des Bleichromats bei dieser Temperatur, ohne weiteres berechnet werden<sup>1)</sup>.

Auch physikalische Probleme können durch radioaktive Indizierung oft geklärt werden; ein Beispiel dafür ist die Untersuchung *G. v. Hevesys* über den *Austausch von Atomen* zwischen festen und flüssigen Phasen (Mitt. 75).

Die Arbeit im Radiuminstitut ruht auch gegenwärtig nicht gänzlich, obwohl die meisten der jüngeren Mitglieder einberufen sind, teils zum Frontdienst, teils zur Kriegsdienstleistung in Laboratorien. Gerade um diese Zeit, im Juni d. J., sollte in Wien der *III. Internationale Kongreß für Radioaktivität und Elektronik* unter dem Vorsitz von *E. Rutherford* stattfinden; das Wiener Radiuminstitut hätte bei dieser Gelegenheit die Ehre gehabt, die bedeutendsten Radiologen aller Länder in seinen Räumen begrüßen zu können. Die politischen Ereignisse haben die Vereinbarung der Gelehrten zunichte gemacht.

Es war nicht der Zweck des vorliegenden Referates, sämtliche aus dem Wiener Radiuminstitut hervorgegangene Arbeiten zu besprechen, sondern nur die allgemeinen Richtlinien zu skizzieren, in denen sich die Untersuchungen bewegen. Für Leser, die an bestimmten Themen Interesse nehmen, sei hier als Anhang ein Verzeichnis aller Publikationen des Instituts beigegeben.

1. *F. Exner* und *E. Haschek*: Über das Bogen- und Funkenspektrum des Radiums. 2. *St. Meyer* und *V. F. Hess*: Über die Erreichung der Sättigungswerte bei Ionisation durch  $\alpha$ -Strahlen. 3. *L. Huitinger*, *K. Peters* und *St. Meyer*: Über Radium und Mesothorium aus Monazitsand. 4. *V. F. Hess*: Über direkte Messungen der Absorption der  $\gamma$ -Strahlen von Radium C in Luft. 5. *A. Kailan*: Der Einfluß der durchdringenden Strahlen auf Wasserstoffsuperoxyd in neutraler Lösung. 6. *E. D. Congdon*: Die Beeinflussung des Wachstums von Samen durch  $\beta$ -Strahlen. 7. *A. Kailan*: Der Einfluß der durchdringenden Strahlen auf Alkalijodide in wässriger Lösung. 8. *O. Hönigsmid*: Revision des Atomgewichts des Radiums und Herstellung von Radium-Standardpräparaten. 9. *V. F. Hess*: Messungen der durchdringenden Strahlung bei zwei Freiballfahrten. 10. *H. Sirk*: Zur Frage nach der Existenz eines aktiven Elements zwischen Uran und Uran X. 11. *S. C. Lind*: Ozonisierung des Sauerstoffs durch  $\alpha$ -Strahlen. 12. *K. Przibram*: Ein einfacher Versuch zur Demonstration der Reichweite (Range) der  $\alpha$ -Strahlen. 13. *L. Flamm* und *H. Mache*: Über die quantitative Messung der Radiumemanation im Schutzringplattenkondensator. 14. *K. Przibram*: Über den Phosphorgehalt der Phosphornebelteilchen. 15. *E. v. Knafl-Lenz* und *W. Wiechowski*: Über die Wirkung von Radiumemanation auf Mononatriumurat. 16. *H. Molisch*: Über das Treiben von Pflanzen mittels Radium. Über Heliotropismus im Radiumlichte. 17. *St. Meyer* und *V. F. Hess*: Zur Definition der Wiener Radiumstandardpräparate. 18. *A. Brommer*: Luftelektrische Messungen während der partiellen Sonnenfinsternis am 17. April 1912. 19. *F. Exner* und

sahen nämlich den Autoren bloß die Untrennbarkeit des RaD von Blei genügend sicher bewiesen (vergl. Mitt. 42); heute kann die des ThoriumB für ebenso zuverlässig gelten und mit Hilfe dieses Indikators läßt sich die Löslichkeit noch exakter bestimmen (vergl. *G. v. Hevesy* und *E. Róna*, Z. phys. Chem. 89, 303 [1915]). Das Verfahren ist natürlich das gleiche.

<sup>1)</sup> Der erhaltene Wert ist noch nicht sehr genau, da als Indikator des Bleis das nur eine schwache Aktivität erzeugende RaD verwendet wurde. Damals

*E. Haschek*: Spektroskopische Untersuchung des Ioniums. 20. *A. Kailan*: Über die Einwirkung von ultravioletttem Licht auf o-, m- und p-Nitrobenzaldehyd sowie auf Benzaldehyd selbst. 21. *A. Kailan*: Der Einfluß der durchdringenden Strahlen auf einige anorganische Verbindungen. 22. *A. Kailan*: Der Einfluß der durchdringenden Strahlen auf einige organische Verbindungen und Reaktionen. 23. *St. Meyer* und *F. Paneth*: Über die Intensität der  $\alpha$ -Strahlung von Uran. 24. *St. Meyer* und *K. Przibram*: Über einige neue Erscheinungen bei der Beeinflussung von Gläsern und Mineralien durch Becquerelstrahlung. 25. *V. F. Hess*: Die Wärmeproduktion des von seinen Zerfallsprodukten befreiten Radiums. 26. *H. Molisch*: Über den Einfluß der Radiumemanation auf die höhere Pflanze. 27. *A. Brommer*: Über die Absorption der  $\gamma$ -Strahlen des Radium C. 28. *W. Alberg* (Odessa): Anwendung des Luftwiderstandes zur Messung von Gasgeschwindigkeiten. 29. *O. Hönigschmid*: Revision des Atomgewichtes des Radiums durch Analyse des Radiumbromids. 30. *V. F. Hess*: Beobachtungen der durchdringenden Strahlung bei sieben Freiballfahrten. 31. *E. Haschek* und *O. Hönigschmid*: Zur Frage der Reinheit des internationalen Radiumstandards. 32. *A. Kailan*: Der Einfluß der durchdringenden Strahlen auf sterilisierte wässrige Rohrzuckerlösungen. 33. *M. Kofler*: Die Löslichkeit der Radiumemanation in Wasser in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur. 34. *F. Paneth*: Über eine neue Methode zur Konzentrierung von Polonium. 35. *K. Przibram*: Über die Brownsche Bewegung nicht kugelförmiger Teilchen. 36. *H. Maché* und *E. Suß*: Über die Aufnahme von Radiumemanation in das menschliche Blut bei der Inhalations- und Trinkkur. 37. *H. Sirk*: Ein Druckgefälle im Glimmstrom bei Einwirkung eines transversalen Magnetfeldes. 38. *L. Flamm* und *H. Maché*: Über die quantitative Messung der Radiumemanation im Schutzringplattenkondensator (II. Mitteilung). 39. *A. Kailan*: Über einige Zersetzungen im ultravioletten Lichte. 40. *A. Kailan*: Der Einfluß der durchdringenden Strahlen auf die Jodide der alkalischen Erden. 41. *A. Kailan*: Über die chemischen Wirkungen der durchdringenden Radiumstrahlung 7. 42. *G. v. Hevesy* und *F. Paneth*: Über die Trennung des Radium D von Blei. 43. *G. v. Hevesy* und *F. Paneth*: Über Radioelemente als Indikatoren in der analytischen Chemie. 44. *G. v. Hevesy* und *F. Paneth*: Über die elektrochemische Vertretbarkeit von Radioelementen. 45. *G. v. Hevesy* und *F. Paneth*: Über die Gewinnung von Polonium. 46. *V. F. Hess*: Über den Ursprung der durchdringenden Strahlung. 47. *F. Paneth*: Über kolloide Lösungen radioaktiver Substanzen. 48. *St. Meyer*: Über die Lebensdauer von Uran und Radium. 49. *Friederike Friedmann*: Experimentelle Bestimmung der Schwankungen in der Reichweite der einzelnen  $\alpha$ -Teilchen. 50. *St. Meyer*: Bemerkungen über die Löslichkeit von Radiumemanation und anderen Gasen in Flüssigkeiten. 51. *M. Kofler*: Über die Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten. 52. *M. Kofler*: Löslichkeit der Ra-Emanation in wässrigen Salzlösungen. 53. *V. F. Hess*: Über das Verhalten der durchdringenden Strahlung in Höhen von 1000 bis 4000 Metern. 54. *L. Flamm* und *H. Maché*: Über die quantitative Messung der Radiumemanation im Schutzringplattenkondensator (III. Mitteilung). 55. *F. Paneth*: Über kolloide Lösungen radioaktiver Substanzen II. 56. *O. Hönigschmid*: Revision des Atomgewichtes des Urans durch Analyse des Uranbromids. 57. *A. Kailan*: Über die chemischen Wirkungen der

durchdringenden Radiumstrahlung 8. 58. *St. Meyer* und *K. Przibram*: Über die Verfärbung von Salzen durch Becquerelstrahlen und verwandte Erscheinungen. 59. *F. Paneth* und *K. Fajans*: Über den Zusammenhang des Actiniums mit der Uranreihe. 60. *A. Kailan*: Der Einfluß der durchdringenden Strahlen auf wässrige Fumar- und Maleinsäurelösungen. 61. *K. W. F. Kohlrausch* und *E. Schrödinger*: Über die weiche ( $\beta$ ) Sekundärstrahlung von  $\gamma$ -Strahlen. 62. *St. Meyer* und *V. F. Hess*:  $\gamma$ -Strahlenmessung von Mesothorpräparaten. 63. *K. Horovitz* und *F. Paneth*: Über Adsorptionsversuche mit Radioelementen. 64. *St. Meyer*, *V. F. Hess* und *F. Paneth*: Neue Reichweitenbestimmungen an Polonium-, Ionium- und Actiniumpräparaten. 65. *Bertha Heilmann*: Über die Lebensdauer des Thoriums. 66. *G. v. Hevesy* und *F. Paneth*: Zur Frage der isotopen Elemente. 67. *G. v. Hevesy* und *F. Paneth*: Zur Elektrochemie des Poloniums. 68. *W. Michtl*: Zur photographischen Wirkung der  $\alpha$ -Teilchen. 69. *W. Michtl*: Über die Reichweite der  $\alpha$ -Strahlen in Flüssigkeiten. 70. *A. Holmes* und *R. W. Lawson*: Zur Frage des Endproduktes der Thoriumreihe. 71. *L. Flamm*: Theoretische Untersuchungen über die Ursache und Größe der Reichweiteschwankungen bei den einzelnen  $\alpha$ -Strahlen eines homogenen Bündels. 72. *G. Hofbauer*: Die Löslichkeit der Radiumemanation in Alkoholen ( $C_nH_{2n} + O_2$ ) und Fettsäuren ( $C_nH_{2n}O_2$ ). 73. *O. Hönigschmid* und *Stefanie Horovitz*: Über das Atomgewicht des „Uranbleis“. 74. *F. Paneth*: Über Adsorbierung und Fällung der Radioelemente. 75. *G. v. Hevesy*: Über den Austausch der Atome zwischen festen und flüssigen Phasen. 76. *G. v. Hevesy* und *F. Paneth*: Über galvanische Ketten aus Bleisotopen. 77. *St. Meyer*: Magnetisierungszahlen isotoper Stoffe. 78. *St. Meyer*: Über die Atomvolumenkurve und über den Zusammenhang zwischen Atomvolumen und Radioaktivität. 79. *R. W. Lawson*: Versuche über die von den  $\alpha$ -Strahlen des Poloniums in Luft und Wasserstoff erzeugte Ionisation. 80. *R. W. Lawson*: Über die Existenz einer Polonium-Wasserstoff-Verbindung. 81. *St. Loria*: Über die Verdampfung von Thorium B und Thorium C. 82. *L. Flamm*: Theoretische Untersuchungen über die Ursache und Größe der Reichweiteschwankungen bei den einzelnen  $\alpha$ -Strahlen eines homogenen Bündels II.

## Honig.

Von Dr. H. Kuttenkeuler, Elberfeld.

Nur wenige unserer Nahrungsmittel sind in den letzten Jahren chemisch so eingehend bearbeitet worden, wie gerade der Honig. So konnte von dem Kaiserlichen Gesundheitsamte herausgegebenen „Entwürfen zu Festsetzungen über Lebensmittel“, die als Grundlage für spätere rechtsverbindliche Bestimmungen über die Beschaffenheit und Beurteilung der einzelnen Lebensmittel dienen sollen, als erstes Heft im Jahre 1912 das über Honig erscheinen. Die hierin gegebene Begriffsbestimmung lautet: „Honig ist der süße Stoff, den die Bienen erzeugen, indem sie Nektariensäfte oder auch andere an lebenden Pflanzenteilen sich vorfindende Säfte aufnehmen, in ihrem Körper verändern, sodann in den Waben aufspeichern und dort reifen lassen.“ Danach fällt wohl Honigtau- und Koniferenhonig unter den Begriff Honig, nicht aber der bei Zuckerfütterung gewonnene Stoff, der vielmehr gleichsam eine Fälschung über die Biene darstellt und nur als „Zuckerfütterungshonig“ in den Handel ge-

bracht werden darf. Die allgemeine Zusammensetzung des Blütenhonigs, die im wesentlichen schon längst bekannt ist, ist folgende:

Wasser: im Mittel 20 %; Invertzucker: 70—80 %; Saccharose: bis zu 5 %; zuckerfreier Trockenrückstand 5 und mehr Prozent; Asche 0,1—0,35 %.

Bezüglich einzelner Bestandteile herrscht aber auch heute noch recht wenig Übereinstimmung. So stellte *Utz*<sup>1)</sup> fest, daß die bis dahin ziemlich allgemein als Mindestgehalt geltende Aschenmenge von 0,1 % von vielen Honigen nicht erreicht wird; *Recse*, *Ritzmann* und *Isernhagen*<sup>2)</sup> fanden bei 38 von 81 Proben schleswig-holsteinischer Honige, besonders aber bei Raps- und Klee-honigen, weniger als 0,1 %; desgleichen *Sarin*<sup>3)</sup> bei russischen Honigen bis zu 0,03 %; nach einer vom Schweizerischen Verein analytischer Chemiker herausgegebenen Statistik<sup>4)</sup> hatte von 284 Honigen des Jahres 1909 keiner weniger als 0,1 % Asche, während sie bei Blütenhonigen des Jahres 1910 teilweise bis auf 0,03 % sank. Demgegenüber halten viele Nahrungsmittelchemiker wie auch der eingangs erwähnte Entwurf des Kaiserlichen Gesundheitsamtes und das amtliche Schweizerische Lebensmittelbuch Honige mit weniger als 0,1 % Asche für verfälscht, zum mindesten für verdächtig. Jedenfalls ergibt sich aber aus allen Untersuchungen, daß der Aschengehalt mit Tracht und Jahrgang außerordentlich schwankt.

Ebenso außer der Gehalt an Rohrzucker sehr verschieden und erreicht besonders bei Honigtau- und Koniferen-honig den Durchschnitt erheblich übersteigende Werte. Nach *Witt*<sup>5)</sup> sollte er höchstens 6 % betragen, da die Zulassung höherer Werte nur das Ernten unreifer Honige begünstigt. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß nach Beobachtungen von *Korndörfer*<sup>6)</sup> die von den Bienen aus den Blüten aufgenommene Rohrzuckerlösung beim Durchgang durch die Honigblase schon zu  $\frac{1}{2}$  invertiert wird und daß weiterhin beim Stehen des Honigs bei gewöhnlicher Temperatur der Gehalt an Rohrzucker in wenigen Tagen bis auf Spuren zurückgeht. Dadurch erklärt es sich auch, daß sogar bei Zuckerfütterung der Bienen der Gehalt des so gewonnenen „Zuckerfütterungshonigs“ an Rohrzucker nicht besonders hoch ist. Die verschiedentlich in der Literatur angegebenen hohen Werte für Rohrzucker bis über 15 % dürften demnach durchweg auf das Ernten unreifer Honige zurückzuführen sein, um so mehr, als nach *Achert*<sup>7)</sup> die invertierende Kraft des unerhitzten Honigs selbst so groß ist, daß zugesetzter Rohrzucker bei gewöhnlicher Temperatur binnen verhältnismäßig kurzer Zeit fast völlig invertiert wird.

Bezüglich des Säuregehalts des Honigs stellte *Farnsteiner*<sup>8)</sup> entgegen der bis dahin geltenden Ansicht fest, daß der Honig zwar geringe Mengen flüchtiger reduzierender Säure enthält, die vielleicht Ameisensäure ist, daß aber deren Menge viel zu gering ist, als daß sie eine konservierende Wirkung auf den Honig ausüben könnte. Dadurch angeregt stellte *Fincke*<sup>9)</sup> umfangreiche Untersuchungen an und fand, daß die Ameisensäure überhaupt kein regelmäßiger Bestandteil des Honigs ist, daß ihre Menge, d. h. die der flüchtigen reduzierenden Säure, meist 0,003 % nicht übersteigt und nur bei Heidehonigen den Wert von etwa 0,02 % erreicht.

Infolge der naturgemäßen erheblichen Schwankungen in der Zusammensetzung der Honige nach Herkunft, Tracht, Gewinnung, Jahrgang u. dergl. wäre es für die Beurteilung wünschenswert, wenn eine regelmäßige, jährliche Statistik der verschiedenen Sorten erschiene, wie das auch bei anderen Nahrungs- und

Genußmitteln vielfach der Fall ist. Ich verweise auf die Zusammenstellungen der holländischen Butterkontrollstationen und auf die amtlichen Most- und Wein-statistiken Deutschlands und der Schweiz. Allerdings sind in den letzten Jahren zahlreiche umfangreiche Zusammenstellungen von Untersuchungsergebnissen sowohl inländischer wie ausländischer Honige veröffentlicht worden. Über letztere berichten u. a. *Fiche* und *Stegmüller*<sup>10)</sup> sowie *Lendrich* und *Notthohm*<sup>11)</sup>, die auf die auffallende Erscheinung hinweisen, daß die hawaiischen Honige einen ziemlich gleichmäßigen Kochsalzgehalt von 0,3—0,4 % zeigen, über dessen Herkunft noch nichts Sicheres bekannt ist. *Bryan*<sup>12)</sup> stellte bei den nach Nordamerika eingeführten tropischen Honigen durchweg erhebliche Verschmutzungen fest, die sie für den menschlichen Genuß ungeeignet machten, und *Emmanuel*<sup>13)</sup> bei griechischen Honigen ungewöhnlich hohe Wassergehalte bis zu 32 %.

Als Verfälschung des Honigs kam früher vornehmlich der Zusatz von Rohrzucker in Betracht; an dessen Stelle ist neuerdings der Invertzucker, Kunsthonig, getreten, dessen Nachweis dadurch erschwert ist, daß der Honig selbst zu etwa 70—80 % aus Invertzucker besteht. Von größter Bedeutung ist deshalb die von *Fiche*<sup>14)</sup> gemachte Beobachtung, daß bei der Inversion der Saccharose mit Mineralsäuren durch Zersetzung des entstandenen Invertzuckers, besonders der Fruktose, sich geringe Mengen eines in Äther löslichen Stoffes bilden, der mit Resorcin-Salzsäure eine charakteristische Färbung gibt. Die außerordentliche Bedeutung des hierauf gegründeten Verfahrens zum Nachweis einer Verfälschung des Honigs durch Invertzucker erhellt auch aus den fast zahllosen Nachprüfungen, die es erfahren hat. Wenngleich diese nicht alle zu einem gleich günstigen Ergebnis geführt haben, so steht doch als Gesamturteil fest, daß beim Eintreten einer deutlichen kirschroten lackglänzenden Färbung des Ätherrückstandes (ein Farbbtendenz, den *Stoecklin*<sup>15)</sup> nach der Nomenklatur der Farbenchemie als Rot 2 B bis 3 B bezeichnet), die mindestens 24 Stunden beständig ist, der Nachweis eines Zusatzes von Invertzucker durchweg als erbracht gilt. Als Träger der Reaktion wurde von verschiedenen Forschern ein Oxy-Methylfurfural erkannt, das übrigens beim Verfüttern von Invertzucker an Bienen in deren Honigmagen zerstört wird, so daß dadurch kein Irrtum zu befürchten ist. Dagegen kann nach *Gerum*<sup>16)</sup> bei stark wachshaltigen Honigen und nach mehrfachen Beobachtungen verschiedener Forscher auch bei sehr hoch und lange erhitzten Honigen eine ähnliche, täuschende Färbung auftreten. Dies wird durch einen neuerdings von *Lüning*<sup>17)</sup> mitgeteilten Fall der Praxis bestätigt, wo große Mengen Honig gemischt und auf etwa 90° erhitzt wurden, so daß noch nach 24 Stunden die Temperatur über 50° C betrug. Nunmehr zeigte die ganze Mischung die Fiehesche Reaktion, und zwar hatte hierbei der ziemlich hohe Säuregehalt mitgewirkt, was um so erklärlicher ist, als nach *Lührig* und *Scholz*<sup>18)</sup> auch organische Säuren, besonders Oxalsäure, bei der Einwirkung auf Invertzucker den Träger der Reaktion erzeugen. Hiermit im Einklang steht die Beobachtung von *Kreis*<sup>19)</sup>, daß Honig, der von den Bienen aus den Resten einer abgebrannten Zuckerfabrik gesammelt worden war, die Fiehesche Reaktion zeigte. Zahlreich vorgeschlagene Abänderungen und ähnliche Methoden unter Anwendung anderer Reagentien wie  $\beta$ -Naphthol und Schwefelsäure<sup>20)</sup>, oder Ausziehen mit Aceton und Versetzen der Lösung mit Salzsäure allein<sup>21)</sup> oder Übersichten der wäßrigen Honiglösung mit Anilinessigsäure<sup>22)</sup>, oder Versetzen des

Honigs selbst mit Anilinchlorid<sup>23)</sup> und andere, bieten nur unter gewissen Verhältnissen Vorteile. Leider würde diese ganze Nachweismethode hinfällig, wenn die Kunsthonige infolge veränderter Herstellungsweise den Träger der Reaktion überhaupt nicht mehr enthielten, wie es in einem Falle von *Bremer* und *Sponnagel*<sup>24)</sup> beobachtet wurde.

Auch zum Nachweis der Verfälschung mit Stärkezucker und Stärkesirup ist von *Fiche*<sup>25)</sup> eine neue Methode angegeben worden, die auf der Abscheidung ihrer Dextrine in saurer Lösung durch Alkohol beruht.

Die schon 1902 von *Ley*<sup>26)</sup> angegebene Prüfung des Honigs mit ammoniakalischer Silberlösung, mit der die wäßrigen Lösungen reiner Honige dunkle, in auffallendem Lichte fluoreszierende Flüssigkeiten geben, die beim Umschütteln des Glases mit eigenartig gelblich-grünem Schein an den Wandungen herunterfließen, während die der Kunsthonige undurchsichtig braun bis schwarz erscheinen und Silberspiegel geben, hat mannigfache Nachprüfung erfahren, ohne daß über ihren Wert und ihre Zuverlässigkeit Einigkeit erzielt worden wäre. Als das Wesen der Reaktion wurde von *Koebner*<sup>27)</sup> und *Amberger*<sup>28)</sup> die Bildung einer kolloidalen Silberlösung (Silberhydrosol) erkannt, die vom Honigalbumin als Schutzkolloid adsorbiert und in Suspension gehalten wird. Inwiefern hiermit die von *Reese*, *Ritzmann* und *Isernhagen*<sup>29)</sup> gemachte Beobachtung, daß der Ausfall der Leyschen Reaktion eine deutliche Abhängigkeit von der Aschenmenge zeigt, im Zusammenhang steht, ist unklar.

Eine von *Lund*<sup>30)</sup> vorgeschlagene Unterscheidung von Natur- und Kunsthonig durch Bestimmung des Stickstoffs, insbesondere der durch Tannin oder Phosphorwolframsäure fällbaren Stickstoffsubstanzen, kann besonders in Verbindung mit anderen Prüfungen ebenfalls wertvollen Anhalt geben. *Langer*<sup>31)</sup> zieht noch als Unterscheidungsmerkmal die biologische Eiweißdifferenzierung durch die Präzipitinreaktion des Kaninchenserums heran, das mit den Antigenen des Honigs bei gewisser Verdünnung, sowie mit wäßrigen Auszügen von Köpfen und Bruststücken der Bienen stets, nie aber mit Auszügen der honiglifernden Blüten und Samen Präzipitate gibt. Durch Erwärmen auf 70° C verliert der Honig die Präzipitierbarkeit. *Thöni*<sup>32)</sup> baute diese Reaktion sogar für die quantitative Bestimmung aus, da nach seinen Untersuchungen Zuckerarten und Kunsthonige keine, Fütterungshonige bedeutend geringere und auch Waldhonige weniger Präzipitate liefern als Blütenhonige.

Abgesehen von den rein chemischen Untersuchungen und Prüfungen auf Verfälschung, die wenigstens in Verbindung miteinander eine hinreichend sichere Beurteilung des Honigs gestatten, wird in neuester Zeit erfreulicherweise auch mehr Wert auf die physiologische Beschaffenheit des Honigs gelegt in der Erkenntnis, daß seine Bedeutung als diätetisches Nahrungs- und Genußmittel zum größten Teil auf den in ihm enthaltenen Fermenten beruht. Von diesen wurden im Honig nachgewiesen<sup>33)</sup>: Amylase, Invertase — pflanzlichen und tierischen Ursprungs —, Katalase, Peroxydase, Reduktase und Diastase, von denen die drei letzten von *Auzinger* zur Untersuchung und Beurteilung des Honigs herangezogen wurden. Dieser wies auch nach, daß die von *Marpmann* zum Nachweis der Peroxydase empfohlene Reaktion nach *Storch* mit Paraphenylendiamin eine durch die Fruktose bewirkte rein chemische Reaktion darstellt. Die Prüfung auf Fermente, insbesondere die am einfachsten und sichersten auszuführende auf Diastase ist deshalb von großer Wichtigkeit, weil da-

durch einerseits eine etwaige positive Fiehesche Reaktion auf zu starkes Erhitzen des Honigs zurückgeführt werden kann, wodurch die Fermente zerstört werden (ein derartiger Honig ist natürlich nicht mehr als marktfähige Ware anzusprechen), andererseits die Menge der Fermente einen gewissen Gradmesser für die Güte des Honigs bildet.

#### Literatur:

- 1) Ztschr. angew. Ch. 1907, 20, 2222.
- 2) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1910, 19, 625.
- 3) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1913, 25, 131.
- 4) Schweiz. Bienenztg. 1910 und 1911.
- 5) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1911, 21, 641.
- 6) Ztschr. angew. Ch. 1911, 24, 2025.
- 7) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1912, 23, 136.
- 8) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1908, 15, 598.
- 9) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1912, 23, 255.
- 10) Arb. a. d. Kais. Gesundh.-Amte 1913, 44, 78.
- 11) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1911, 22, 634; 1913, 26, 1.
- 12) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1913, 26, 219.
- 13) Ber. pharm. Ges. 1913, 23, 395.
- 14) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1908, 15, 492; 16, 77; Chem. Ztg. 1908, S. 1045.
- 15) Annal. Falsific. 1912, 5, 116; Chem. Ztg. Repert 1912, S. 378.
- 16) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1913, 26, 102.
- 17) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1915, 29, 117.
- 18) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1911, 21, 721.
- 19) Jahresber. Nahrungsm. Unters. Amt Basel 1912, S. 20.
- 20) *Litterscheid*, Chem. Ztg. 1913, S. 321.
- 21) *Jürgerschmidt*, Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1909, 17, 113.
- 22) *Browne*, Ztschr. Ver. Deutsch. Zuckerind. 1908, 45, 751.
- 23) *Feder*, Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1911, 21, 374.
- 24) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1909, 17, 664.
- 25) Arb. a. d. Kais. Ges. Amte 1909, 32, 218.
- 26) Pharm. Ztg. 1902, S. 603.
- 27) Chem. Ztg. 1908, S. 89.
- 28) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1910, 20, 665.
- 29) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1910, 19, 625.
- 30) Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1909, 17, 128.
- 31) Arch. Hyg. 1909, 71, 308.
- 32) Mitt. a. d. Geb. d. Lebensm.-Unters. u. Hyg. 1911, 2, 80; 1912, 3, 74; Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1913, 25, 490.
- 33) Vgl. *Marpmann*, Pharm. Ztg. 1903, 48, 1010; *Langer*, Schweiz. Wochenschrift Chem. u. Pharm. 1903, 41, 17; *Auzinger*, Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1910, 19, 65; v. *Fellenberg*, Mitt. a. d. Geb. d. Lebensm.-Unters. u. Hyg. 1911, 2, 369; *Moreau*, Annal. Falsific. 1911, 4, 65, 145; *Gothe*, Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. 1914, 28, 273, 286.

## Zuschriften an die Herausgeber.

### Einige Beobachtungen an stark gespannten Glasplatten.

Dieselbe Erscheinung an rasch gekühlten Glasplatten, die Herrn Prof. *Berndt* zu derselben Mitteilung (diese Zeitschrift, Heft 28 vom 9. Juli 1915, S. 367) veranlaßt hat, hatte ich seinerzeit zufällig beobachtet und unter dem Titel: „Ein einfacher Polarisationsversuch“ in der Physikalischen Zeitschrift IX. Jahrg. Seite 563, 1908, kurz beschrieben, wobei ich bemerkte, daß ich den Versuch wegen seiner großen Einfachheit veröffentlichen, da ich nicht ermitteln konnte, ob er schon bekannt sei.

Herr Dr. *Jensen* (Hamburg) machte mich bald darauf aufmerksam, daß die betreffende Erscheinung schon von *Goethe* in der „Farbenlehre“ beschrieben wird. Herr *Jensen* hat dies auch in seinem später mit *Busch* gemeinsam herausgegebenen Buche über atmosphärische Polarisationserscheinungen, das mir augenblicklich leider nicht zugänglich ist, erwähnt. Es ist vielleicht von Interesse, die Stelle aus *Goethes* Farbenlehre hier wiederzugeben. Sie lautet<sup>1)</sup>:

„Wie die entoptischen Eigenschaften dem Glase mitzuteilen.“ Das Experiment in seiner größten Einfachheit ist folgendes. Man zerschneide eine mäßig starke Spiegelscheibe in mehrere anderthalbzöllige Quadrate; diese durchglühe man und verkühle sie geschwind: was davon bei dieser Behandlung nicht zerspringt, ist nun fähig, entoptische Farben hervorzubringen. . . . . „Einfachster Versuch.“ Jene bereiteten Tafeln lege der Beschauer bei ganz reiner Atmosphäre flach auf einen schwarzen Grund, so daß er zwei Seiten derselben mit sich parallel habe, und halte sie nun, bei völlig reinem Himmel und niedrigem Sonnenstand, so nach der der Sonne entgegengesetzten Himmelsgegend, richte sein Auge dermaßen auf die Platten, daß von ihrem Grunde die Atmosphäre sich ihm zurückspiegele, und er wird sodann, in den vier Ecken eines hellen Grundes, vier dunkle Punkte gewahr werden. Wendet er sich darauf gegen die Himmelsgegenden, welche rechtwinklig zu der vorigen stehen, so erblickt er vier helle Punkte auf einem dunklen Grunde; diese beiden Erscheinungen zeigen sich auf dem Boden der Glasplatte . . . . .“

Czernowitz, den 13. Juli 1915.

Josef R. von Geitler.

## Besprechungen.

**Leonhard, R., Paphlagonia. Reisen und Forschungen im nördlichen Kleinasien.** Berlin, D. Reimer, 1915. XIV, 401 S., 2 Karten, 37 Tafeln und 119 Bilder. Preis geb. M. 20.—.

Das Werk ist die reife Frucht einer Anzahl von Forschungsreisen, welche der Verfasser aus eigenen Mitteln und unter oft recht schwierigen äußeren Verhältnissen bereits in den Jahren 1899, 1900 und 1903 ausgeführt hat. Da aber seitdem andere Forscher das Gebiet nicht mehr durchstreift haben, vor allem auch zurzeit kaum ein zweiter Gelehrter leben dürfte, welcher die *Literatur* über den hier dargestellten Teil des nördlichen Kleinasien zwischen Sakaria und Halys so gründlich kennt und wissenschaftlich durchgearbeitet hat wie *Leonhard*, so darf das Werk als *die zurzeit beste und inhaltsreichste Sonderdarstellung Paphlagoniens* gelten, gleichzeitig aber auch als ein *Beispiel gründlicher und allseitiger modern-landeskundlicher Darstellungsweise*.

Der reiche Inhalt des Werkes zerfällt in zwei große Abschnitte. Im *ersten* derselben werden in ausführlich schildernder Darstellung die Beobachtungen auf den einzelnen Reisewegen der 3 Forschungsfahrten mitgeteilt. Dabei muß besonders hervorgehoben werden, daß *Leonhard* mit Sorgfalt vermieden hat, die Wege früherer Reisender wie *Maercker*, *Kannenber*, *Diest*, *v. Flottwell* u. a. wieder zu begehen. Es sind fast nur *bisher unerforschte Gebiete* berührt und untersucht worden. Diese Tatsache erhöht nicht nur den wissenschaftlichen Wert

des Textes, sondern vor allem auch den der mit unentwegter Sorgfalt während aller Reisen durchgeführten *Routenaufnahmen*. Auf diesen von *Leonhard* im Maßstab 1 : 250 000 vorgenommenen und selbstkonstruierten Routenkarten beruht auch die prächtige, von *Rich. Kiepert* gezeichnete und dem Werke im Maßstab 1 : 400 000 beigelegte topographische *Karte von Paphlagonien* (= Bl. A II—IV und B II und III der R. Kiepertschen Karte von Kleinasien). *R. Kiepert* sagt S. 161 des Werkes von diesen Leonhardschen Routenaufnahmen, „daß sie zu den besten neueren Aufnahmen auf der Halbinsel gehören“.

Die allen landeskundlichen Schilderungen von Reisewegen naturgemäß anhaftenden Schwierigkeiten in der Darstellung hat der Verfasser einerseits durch die persönliche Note der Schilderung, andererseits durch Einfügung gut charakterisierender Überblicke von Einzellandschaften erfolgreich zu bekämpfen gewußt. Die in reicher Fülle eingestreuten *geologischen* Beobachtungen sind auf einer im gleichen Maßstab der topographischen Karte (also in 1 : 400 000) dem Werke beigegebenen *geologischen* Karte zu zusammenfassender Darstellung gebracht.

Der *zweite* Teil des Werkes enthält die Ergebnisse der *Einzelforschung* über alle wichtigeren Punkte landeskundlicher Forschung. Dieser bei weitem umfangreichere Teil (S. 157—398) des Ganzen behandelt nacheinander folgende Themata: I. Kap.: Kartographie; II. Kap.: Stratigraphie; III. Kap.: Aufbau des Landes; IV. Kap.: Vegetationsgrenzen und Klima; V. Kap.: Historische Landschaft; VI. Kap.: Paphlagonische Felsgräber; VII. Kap.: Die alten Völker und Sprachen im nördlichen Kleinasien; VIII. Kap.: Die Bedeutung des Pontus für das frühe Altertum; IX. Kap.: Der Hellenismus in Paphlagonien; X. Kap.: Die Nachhellenistische Zeit; XI. Kap.: Ethnographische Beobachtungen; XII. Kap.: Siedlungs-, Verkehrs- und Wirtschaftsgeographie.

Nur einiges aus dem überreichen Inhalt dieses zweiten Teiles sei herausgehoben.

Hinsichtlich der *Morphologie* des untersuchten Gebietes konnte *Leonhard* feststellen, daß tertiäre Dislokationen und an ihnen vollzogene Schollenbewegungen entscheidend für die Erscheinungen des heutigen Aufbaues geworden sind. Später hat eine lange Festlandsperiode auf die Ausgleichung der sehr verschieden hohen Schollen eingewirkt und dieselben zu einer Abtragungsfläche eingeebnet, deren Spuren *Leonhard* überall auf seinen Reisen begegnete. Die darüber aufragenden „Inselberge“ bestehen aus härterem Gestein. Als Ursache für die Abtragungsvorgänge ist *Leonhard* geneigt, die Erklärung anzunehmen, welche *Passarge* unter Hinweis auf ein vermutetes Wüstenklima und auf in ihm wirksame denudierende Kräfte der Wüste (Wind usw.) für die Inselberglandschaften Afrikas angegeben hat. Während aber die Inselbergbildung in *Afrika* bereits älter ist als die obere Kreide, haben wir in den morphologisch ähnlichen Landschaften des nördlichen *Kleinasien* jungtertiäre Bildungen vor uns. Die Ausbildung der Inselberglandschaft bzw. der Rumpfflächen soll nach *Leonhard* in die Miocänzeit fallen und setzt ein sehr trockenes Klima voraus.

Das jüngere Flußsystem hat sich mit steilen Gehängen über 200 m tief in diese Rumpffläche eingeschnitten, deren späteres Heben wir also wohl annehmen müssen. Außerhalb der Täler trägt das Land heute weithin den Charakter einer durch langandauernde Abtragung herausgearbeiteten *Stufenlandschaft*.

<sup>1)</sup> *Goethes* sämtliche Werke Bd. 34, Stuttgart 1895, Verlag der J. G. Cottaschen Buchhandlung Nachfolger, S. 250.



Sehr interessant und eingehend sind die Untersuchungen über die *historische Landschaft* und die frühere und *jetzige Bevölkerung*. Bei der Ärmlichkeit der gegenwärtigen Kultur ist der Kontrast gegen früher denkbar groß. Tunnel, cyclopische Mauern, Felsstrecken und Felstunnel und vor allem die *paphlagonischen Felsgräber* sind von *Leonhard* einer gründlichen Untersuchung unterzogen worden. Hinsichtlich der letzteren kommt der Verfasser zu dem Resultat (vgl. S. 287): „Die paphlagonischen Felsgräber sind inschriftlose Denkmäler, welche das einheimische Holzhaus in allen Einzelheiten wiedergeben.... Die Entwicklung derselben erstreckt sich, wie die Verschiedenheit der Reliefs, vor allem die starke Variation der verwendeten Säule zeigt, die aus einem der hettischen Säule verwandten Typus hervorgegangen ist, über einen langen Zeitraum, der mindestens von 1000 bis zu etwa 600 v. Chr. geschätzt werden kann.“

Als Ganzes betrachtet gibt das *Leonhardsche* Buch ein weiteres Beispiel für die gediegene wissenschaftliche Forscherarbeit, welche gerade *deutsche Geographen, Historiker* und *Kartographen* auf kleinasiatischem Boden geleistet haben. Bei der Lage des Arbeitsgebietes zwischen der wirtschaftlich wichtigen anatolischen Bahnstrecke Konstantinopel—Eskischehir—Angora und dem Südufer des Schwarzen Meeres um das steinkohlenreiche Eregli (Heraklea) dürfte das durch *Leonhard* erstmalig landeskundlich erschlossene Gebiet auch in nächster Zukunft erhöhten Wert für uns erlangen. Hoffen wir doch nach dem Weltkrieg wirtschaftlichen Einfluß in *allen* Teilen des türkischen Kleinasiens gerade auf Grund deutscher wissenschaftlicher Forschungstätigkeit in erhöhtem Maße zu gewinnen.

Die dem *Leonhardschen* Buche beigegebenen *Abbildungen* beruhen zumeist auf Originalaufnahmen des Verfassers und zeigen durchweg Charakteristisches in technisch meist trefflicher Ausführung.

*Max Friederichsen, Greifswald.*

**Koegel, Ludwig, Das Urwaldphänomen Amazoniens.** (Eine geographische Studie.) Mit einer Waldverbreitungskarte. München, J. Lindauer, 1914. 8°. XX, 83 S. Preis M. 2.—.

Die Arbeit, die unter den Auspizien *Drygalskis* und *Goebels* entstanden ist, hat sich das Ziel gesteckt, „das Urwaldphänomen der brasilianischen Hylaea in seiner Abhängigkeit vom speziellen Erdrum zu betrachten, d. h. nach einer Übersicht über die Vorbedingungen des Landes die Verbreitung des Urwaldes zu erörtern, wobei die Erscheinungsform des Amazonasurwaldes als Ganzes zu fassen und doch seine Hauptgliederung zu berücksichtigen ist“. Der Verf. urteilt nicht aus eigener Anschauung, sondern stützt sich auf ein umfangreiches, im Verhältnis zur Größe des Problems aber doch kaum ausreichendes, weil vielfach lückenhaftes Quellenmaterial.

Er gibt zunächst eine rohe Umgrenzung des als „Amazonien“ aufgefaßten Gebietes, zeigt, daß dieses ungeheure Areal zwar nirgends das Idealbild einer Ebene, aber immerhin eine leicht gewellte Fläche darstellt, in welcher die vielen kleinen Niveaudifferenzen nirgends zu großen eindrucksvollen Systemen zusammenzutreten (höchste Erhebungen 346 m, wenn die höheren Randerhebungen unberücksichtigt bleiben). Eine Klimaschilderung ist mangels genauer Angaben unmöglich, doch läßt sich wohl so viel sagen, daß im ganzen amazonischen Tiefland überall das Wärmeminimum hoch genug liegt, um das Vorkommen typisch megathermer systematischer Gruppen zu ermöglichen.

Die für das Problem besonders wichtige Frage der Niederschläge Amazoniens läßt sich kaum in wenigen Worten charakterisieren; so viel bekannt ist, wechseln Gebiete mit wohlausgeprägten Trockenperioden (Pará stromaufwärts bis Manaos) mit solchen ab, in welchen das ganze Jahr hindurch Regenschauer und Sonnenschein in beständigem Wechsel stehen (Rionegrogebiet, ferner von Iquitos stromauf). Jedenfalls trifft das Klimabild, das man sich von Amazonien gern macht, indem man es mit einem wassergefüllten Schwamm vergleicht, nicht ganz zu. Nach einer kurzen Schilderung der Bodenverhältnisse geht der Verf. dann zur Feststellung des feineren Verlaufs der natürlichen Grenzen über, wobei nicht nur die Abgrenzung gegenüber dem Kamp oder der Savanne, sondern auch gegenüber anderen benachbarten Waldgebieten zu geschehen hat. Dies macht eine scharfe Definition der Hylaea nötig: Amazonaswald ist der in dichtem Zusammenschluß der Bäume aufragende tropische Regenwald innerhalb der Grenzen des geographischen Länderindivids, das als Amazonien bezeichnet wird. Die den Schwerpunkt der Arbeit bildende Umgrenzung sowie die Ermittlung von Kamp- und Savanneninseln im Waldgebiet ist aus der vom Verf. entworfenen Karte zu ersehen, und die Begründung dafür im Text gegeben. Nichts Neues bietet der Abschnitt ökologische Bemerkungen, in welchem die botanische Physiognomie des Waldbildes kurz geschildert wird. Ein Versuch der Gliederung beschränkt sich auf zwei Hauptunterscheidungen: flußnaher und flußferner Wald, Wald des Ostens und Wald des Westens. Der flußnahe Wald — Vargea — steht als Gebiet des jahreszeitlich überschwemmten Waldes der „terra firme“, dem flußfernen Wald gegenüber, ist häufig pflanzengeographisch gut charakterisiert und trägt den Stempel des Unvollendeten, da, nach *Huber*, die dauernden Verschiebungen des fluviatilen Systems es wohl selten zu einer mehr als zwei- bis dreifachen Generationserneuerung im typischen Überschwemmungsgebiet kommen lassen.

Bei der anderen Gliederung — Wald des Ostens und Westens — erklärt der Verf. das Auftreten größerer Savanneninseln im Osten aus der Verteilung von Niederschlägen und Grundwasser: „Wo die günstige Beschaffenheit des Grundwasserspiegels von vornherein sichergestellt ist — z. B. in der Nähe des Flusses —, da können ausgeprägte Trockenperioden vom Regenwald leicht überwunden werden. Wo dies nicht der Fall ist, wo Schwankungen von Grundwasser und Regenfall annähernd parallel gehen, da fehlen die Vorbedingungen für die Hylaea, sobald eine ausgesprochen trockene Jahreszeit einer noch so niederschlagsgesegneten Jahresperiode gegenübersteht.“ Der Westen Amazoniens dagegen ist entsprechend der gleichmäßigen Verteilung der Niederschläge die unbestrittene Domäne des üppigsten Waldwuchses.

Die Arbeit verrät gemäß den unzureichenden Unterlagen hier und da Unsicherheiten, gibt aber doch, wie uns scheint, ein dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens entsprechendes, gutes, abgerundetes Bild von dem Wesen der brasilianischen Hylaea.

*F. W. Neger, Tharandt.*

**Ehrenberg, Paul, Die Bodenkolloide.** Die Kolloide in Land- und Forstwirtschaft. I. Teil. Dresden, Theodor Steinkopff, 1915. XII, 563 S. mit Figuren. Preis geb. M. 14.50.

Der Verfasser bezeichnet sein Werk wohl allzubecheiden als „Eine Ergänzung für die üblichen Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbau-

lehre"; mit vollem Recht hätte er es ein Handbuch der Bodenkolloide nennen können. Es ist eine auf eingehendes Studium der Literatur aufgebaute Bearbeitung der Kolloide des Bodens, und was besonders hervorzuheben ist, deren Bedeutung für die land- und forstwirtschaftliche Praxis. Hierdurch wird es zu einem Handbuch sowohl für den wissenschaftlichen Forscher als auch für den wissenschaftlich geschulten Praktiker. Über manche Dinge mag man abweichender Meinung sein, niemand wird sich aber dem Eindruck entziehen können, daß hier ein Versuch vorliegt, die Bodenkunde vom Standpunkt der Kolloidchemie aus zu betrachten. Ein solcher Standpunkt bietet wie alle von einem Gesichtspunkt ausgehenden Bearbeitungen eines wissenschaftlichen Gegenstandes den Vorzug der Einheitlichkeit, aber unausbleiblich haftet ihm auch eine gewisse Einseitigkeit an. Prof. Ehrenbergs Buch setzt daher allgemeine Kenntnisse der Bodenkunde voraus und ergänzt sie in vorzüglicher Weise.

Eine der neuesten Fortschritte der Chemie, die *Kolloidchemie*, wird von sehr vielen mit einer gewissen Scheu betrachtet; die ihr vielfach anhaftende Schwierigkeit des Verständnisses und der Anspruch, im weiten Umfang Grundlage für zahllose Vorgänge des praktischen Lebens zu werden, die Meinung, daß vielfach ein „moderner“ Überschwang die Vertreter dieser Disziplin über das berechnete Maß hinausführe, hat oft zu Scheu und Mißtrauen geführt. Diese werden schwinden, wenn erst die einfachen theoretischen Auffassungen durchdringen, wie sie der Referent vertritt, und die darauf hinauslaufen, daß jedem Körper bestimmte Eigenschaften eigentümlich sind, die als Kraftwirkungen an seinen Grenzflächen, also an der Oberfläche, hervortreten und die meßbare Größe erreichen, wenn der Körper sehr fein verteilt ist; d. h. daß z. B. ein größeres Stück Gold und ein „kolloides“ Goldteilchen sich in ihren Eigenschaften durch nichts unterscheiden als durch das Verhältnis zwischen Volumen und Oberfläche. Hieraus ergibt sich auch die Berechtigung, von „kolloiden“ Eigenschaften aller Körper zu sprechen, welche längere oder kürzere Zeit in entsprechend feiner Verteilung verbleiben können. Wichtige Eigenschaften der Böden beruhen nun auf der Größe der Bodenkörner, und so wird die Bodenkunde immer mehr die „kolloiden“ Wirkungen zum Verständnis der Böden heranzuziehen haben.

Prof. Ehrenberg bringt zunächst einen „Abriß der Kolloidchemie“, der in verständlicher Darstellung die kolloidchemischen Tatsachen enthält, und behandelt dann eingehend die „Kolloide des Bodens“. Hier wird außerordentlich viel Material gegeben, und sind es zumal diese Abschnitte, welche den „Handbuch“-Charakter des Buches hervortreten lassen. Jedermann, der mit diesen Dingen zu tun hat, wird dem Verfasser für diese mit ungewöhnlichem Fleiße gesammelten Tatsachen und mit voller Sachkenntnis zusammengefaßte Darstellung dankbar sein; eine Bearbeitung wie die des „Tones“, die allein 48 Seiten umfaßt, lag bisher nicht vor.

Der Abschnitt „*Kolloide des Bodens unter dem Einfluß der verschiedenen Natur- und Kulturkräfte*“ behandelt die Wirkungen der *Witterung*: Frost, Niederschläge, Wärme und Trockenheit, Wind; ferner die „Adsorption“ der Salze, den Einfluß der Pflanzen und Tiere. Auf Einzelheiten kann natürlich bei einer Besprechung, welche ein Bild von der Gesamtheit

des Gebotenen und eine Würdigung der wissenschaftlichen Leistung zu bringen hat, nicht eingegangen werden. Jedenfalls ist das Gesamturteil des Referenten sehr günstig, womit natürlich nicht Übereinstimmung in jedem Falle ausgesprochen sein soll. Sehr ansprechend ist die selbständige Behandlung der „Adsorption“ und das Hervorheben der Gründe, welche für den wesentlich chemischen Charakter der „Adsorption durch Basenaustausch“ sprechen. Ref. ist in der Lage, die Richtigkeit dieser Auffassung durch Experimentaluntersuchungen zu stützen; warum aber Ehrenberg die Gesamtheit dieser auf chemische und physikalische Kräfte zurückzuführenden Vorgänge mit der physikalischen Bezeichnung „Adsorption“ an Stelle der in der Bodenkunde seit Menschenaltern eingebürgerten „Absorption“ bedacht hat, ist nicht einzusehen. Der Basenaustausch ist keine „Adsorption“ im physikalischen Sinne, und der Gebrauch der Physik, ausschließlich die Aufnahme von Gasen durch Flüssigkeiten als „Absorption“ zu bezeichnen, läßt zwar eine schärfere Trennung der Begriffe erwünscht erscheinen, spricht aber nicht gegen den bodenkundlichen Gebrauch.

Im besprochenen Abschnitte werden zahlreiche für die Praxis wichtige Tatsachen behandelt.

Kurz ist die Darstellung des Einflusses der Pflanzen und Tiere, zumal der größere Teil: Ortstein, Knick, Alm, Raseneisenstein behandelt; Bildungen, bei denen doch die Organismen zumeist nur in zweiter Linie in Frage kommen. Warum die mechanische Überführung von festen Stoffen aus höheren in tiefere Bodenschichten als „Hinabwaschung“ anstatt mit „Durchschlammern“ bezeichnet wird, ist nicht recht einzusehen; sehr sympathisch berührt das neue Wort nicht.

Ein schwieriges, aber auch dankbares Gebiet ist die Bearbeitung der „Kulturkräfte“, also der Einfluß, der durch die Arbeit des Menschen auf den Boden geübt wird. Verhältnismäßig sehr kurz sind unter den „Grundverbesserungen“ Drainage und Bewässerung besprochen. Im Abschnitt über Bodenbearbeitung findet die „Bodengare“ auf 23 Seiten sorgsame Behandlung. Der Düngung sind 75 Seiten gewidmet; hier findet der Praktiker wie der Theoretiker gleichmäßig Anregung wie Belehrung; kurz sind dagegen wieder die Ausführungen über Pflanzenbau.

Überblickt man Ehrenbergs Werk als ganzes, so ist es als ein für theoretische wie praktische Bodenkunde gleichmäßig wichtiger Beitrag anzusehen. Das Buch ist mit Herrschaft über das ganze bisher vorliegende wissenschaftliche Material bearbeitet und erleichtert durch seine sehr ausführlichen Literaturnachweise das Studium der Einzelarbeiten; es bringt vielen, deren Tätigkeit ein erschöpfendes Literaturstudium nicht zuläßt, einen Überblick des derzeitigen Standes der Wissenschaft und wird nicht verfehlen, vielseitig zur weiteren Arbeit anzuregen.

Auf eine Eigentümlichkeit der Schreibweise mag noch aufmerksam gemacht werden. Die kurze Form vieler kritischer Bemerkungen kann leicht den Eindruck einer gewissen Herbheit hervorrufen. Sicherlich ist das nicht die Absicht des Verfassers und kann bei einer Neuauflage leicht vermieden werden. Wenn hierauf hingewiesen wird, so geht dies aus dem Wunsche hervor, daß jedermann das Werk mit den gleichen Gefühlen aufrichtiger Anerkennung aus der Hand legen möge wie der Referent.

E. Ramann, München.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 35.

27. August 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Der Bau der afrikanisch-arabischen Wüste. Von  
*Privatdozent Dr. Edw. Hennig, Berlin-Charlotten-*  
*burg.* S. 449.

Das Nernstsche Wärmetheorem und seine Be-  
währung durch Affinitätsmessungen. Von *Dr.*  
*John Eggert, Berlin-Halensee.* S. 452.

### Besprechungen:

Fahrion, W., Die Härtung der Fette. Von  
*F. Goldschmidt.* S. 456.

Plimmer, R. H. A., Die chemische Konstitution  
der Eiweißkörper. Von *W. Pauli.* S. 458.

Gmelin-Kraut's Handbuch der anorganischen  
Chemie. Von *J. Koppel.* S. 458.

Förster, Fritz, Elektrochemie wässriger Lösun-  
gen. Von *J. Koppel.* S. 459.

Le Blanc, M., Lehrbuch der Elektrochemie. Von  
*K. Fajans.* S. 460.

## Projektions-Apparate Liesegang

Man verlange  
Listen!



Neu!

Hochkerziges

Neu!

## GLOBOSCOP

entwirft scharfe, helle Lichtbilder nach jedem Papier-  
bild. An jede elektrische Lichtleitung anzuschließen.

Proj.-Apparate für Halbwattlampen!

Lichtbilder vom Kriegsschauplatz!

**Ed. Liesegang, Düsseldorf**

Brieffach 124

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung

10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere

Herausgegeben von

**F. Czapek-Prag, M. Gildemeister-Strassburg, E. Godlewski jun.-Krakau,  
C. Neuberg-Berlin, J. Parnas-Strassburg**

Redigiert von **F. Czapek** und **J. Parnas**

**Jeder Band ist einzeln käuflich**

Vor kurzem erschien:

Band I

## Die Wasserstoffionenkonzentration

Ihre Bedeutung für die Biologie und die Methoden ihrer Messung

Von Professor Dr. **Leonor Michaelis**

Privatdozent an der Universität Berlin

Mit 41 Textfiguren — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

### Aus dem Vorwort der Herausgeber.

Der Großbetrieb unserer Wissenschaft fordert immer neue literarische Werkzeuge. Vor einem Menschenalter bestand der literarische Handapparat des Physiologen in einer kleinen Anzahl von Fachzeitschriften und Archiven, die jährlich etwa ein Dutzend Bände hervorbrachten, und aus einigen trefflichen Lehr- und Handbüchern von bescheidenem Umfang. Heute füllt die wissenschaftliche Produktion auf dem Gebiete der Physiologie und ihrer Nachbarwissenschaften jährlich Hunderte von Bänden; um unsere Handbücher zu schreiben, reicht die Kraft des einzelnen nicht mehr aus: sie sind das gemeinsame Werk einer größeren Zahl von Forschern und finden in der jüngsten Zeit, nach möglichster Vollständigkeit strebend, keinen Abschluß mehr, sondern gehen in periodisch erscheinende Werke über. Schon dadurch ist die Möglichkeit einer leichten Orientierung vermindert; und die literarischen Behelfe versagen noch mehr dort, wo es sich um das heute so wesentliche Ineinandergreifen der Nachbarwissenschaften handelt.

In unserer Zeitschriftenliteratur wirken seit einem Jahrzehnt die unter dem Titel *Ergebnisse* erscheinenden Sammlungen von Essays aus den Gebieten der Physiologie und Anatomie sehr ersprießlich, sie haben viel dazu beigetragen, auf kleineren Forschungsgebieten rasche Orientierung zu vermitteln. Die *Monographiensammlung* soll die Ideen, welche den „Ergebnissen“ zugrunde liegen, nach verschiedenen, auch neuen Richtungen hin ausbauen. Es sollen weitere Gebiete einheitlich durchgearbeitet werden; der Autor kann, wie dies früher geschah, unter beliebiger Berücksichtigung der Literatur dem Leser den gegenwärtigen Stand der Kenntnisse auseinandersetzen und so eine bedeutendere Vertiefung des Gegenstandes erreichen, als sie in der modernen Handbuchtechnik möglich ist; denn diese bezweckt ja vor allem Sammlung des Materials.

In mancher Beziehung erscheinen uns die auf ein engeres Gebiet beschränkten, von F. G. Hopkins und R. A. Plimmer herausgegebenen „*Monographs on Biochemistry*“ vorbildlich, und unser Bestreben geht dahin, in der deutschen Literatur eine ähnliche Monographienreihe zu schaffen, deren Gebiet aber die **gesamte Physiologie** in der Ausdehnung von den Grenzen der **Chemie und Physik** einerseits bis zur **experimentellen Morphologie und Vererbungsforschung** andererseits umfassen soll.

Die Art der Darstellung soll in unseren Monographien streng wissenschaftlich gehalten sein, doch werden eingehende Spezialkenntnisse nicht vorausgesetzt werden; die Monographien sollen die Einführung in einzelne Gebiete jedem Biologen vermitteln und dem wissenschaftlich tätigen Physiologen Gelegenheit bieten, die Leitlinien der Forschung auch in jenen Gebieten kennen zu lernen, welche er selten betritt und doch zu seiner Lebensarbeit braucht.

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

27. August 1915.

Heft 35.

## Der Bau der afrikanisch-arabischen Wüste.

Von Privatdozent Dr. Edw. Hennig,  
Berlin-Charlottburg.

Wen je sein Schicksal durch den Suezkanal führte, der wird sich dem unsagbar eigenartigen Reiz dieser künstlichen Meeresstraße nicht haben entziehen können: zu Schiff mitten durch die wasserlose Wüste! Unmittelbar am Bord des Schiffes beginnt das Sandfeld, über das die halbmondförmigen Bogendünen wie die Sicheln des Todes zu schleichen scheinen. Es will etwas bedeuten, von dorthier mit einem Heer modernen Ausmaßes den Krieg heranzutragen gegen das alte Pharaonenland. Ist doch das riesige Niltal durch Wüste in Ost und West, ja selbst im Süden scheinbar wie durch Mauern geschützt. Die Geschichte lehrt, daß die Mauern nicht ganz unübersteigbar sind.

Freilich darf man sich bekanntlich nicht die ganze Sahara und Arabien so vorstellen, wie das Land unmittelbar östlich des Suezkanals, die Wüste im allgemeinen nicht wie einen einzigen sandigen Exerzierplatz ungeheuerlicher Dimensionen. Weder die Ebene noch der Sand sind typisch für die Wüste. *Die Bedingungen der Wüstenei liegen nicht im Boden.* Sondern wie die Erde auch beschaffen und wie mannigfaltig ein Gebiet auch aufgebaut und gestaltet sei, die Verödung der Oberfläche ist eine Erscheinungsform, die von außen her durch klimatische Faktoren aufgeprägt wird. Rauhes Gebirge, weite Plateaus, ausgedehnte Niederungen oder hügelig zerrissenes Gelände sind diesem tödlichen Hauch in gleicher Weise ausgesetzt und tatsächlich in der Saharawüste sämtlich vertreten. Ja es sind nicht einmal die sandigen Teile (Erg, Areg), in denen der Wüstencharakter die menschenfeindlichste, schauerlichste Steigerung erfährt, sondern die Steinregionen, die Felswüste (Hammada). In den algerischen Anteilen werden die ersteren geradezu als Weidegelände aufgesucht und geschätzt, weil der sandige Boden allein einige Feuchtigkeit unterirdisch festzuhalten vermag und in den Talläufen hier und da einigen spärlichen Pflanzen Lebensmöglichkeit dadurch gewährt.

So ist denn auch die zuweilen anzutreffende Vorstellung durchaus irrig, der Wüstensand sei Meeressand, durch Abfließen der Gewässer trocken gelegt und unfruchtbar geblieben. Gewiß, ganz Nordafrika und Arabien war einst von Meeressfluten überdeckt. Doch seit der letzten Erhebung über den Meeresspiegel, die in den größten Teilen der Sahara ums Ende der Kreidezeit anzusetzen ist, in Ägypten und der Sinaihalbinsel Schritt

für Schritt in der Tertiärzeit verfolgt werden kann, haben jene Länder glücklichere Tage gesehen: Reiche Waldungen, reiches Leben entfalten sich auf dem emporgestiegenen ehemaligen Meeresboden. Während die nördlichen Kontinente von den Gletschermassen der Eiszeit bedroht wurden, gingen dort reiche Niederschläge nieder und die damals entstandenen Kalktuffe enthalten Abdrücke der Blätter von Laubbäumen (z. B. Steineiche) und sogar von Schilf in großer Zahl. Wenn diese Spuren jetzt in trockener, heißer Wüste gefunden werden, so hat sich die klimatisch ungünstige Zone nur vom Süden her polwärts verlagert und einstmals blühende Gefilde ersticken lassen.

Daß auch der Mensch der Vorzeit noch große Gebiete bewohnen konnte, die heut garnicht oder nur flüchtig auf der Durchreise berührt werden können, beweisen reiche Steinwaffen und -werkzeuge, die in der libyschen Wüste und im südlichen Algerien gefunden werden. Viele Anzeichen deuten scheinbar darauf hin, daß noch in historischer Zeit ein feuchteres Klima geherrscht habe als heut. Indessen haben sorgsame Untersuchungen gleichsam zum eigenen Erstaunen der Wissenschaft diese Annahme mehrfach ablehnen müssen. Die großartigen und zahlreichen Reste römischer Bauten in Tripolitanien und Tunis, unter denen Wasserleitungen keine geringe Rolle spielen, lassen ebenso wie viele der modernen französischen Anlagen nur erkennen, was eine zielbewußte Verwaltung und eine starke regierende Hand in Friedenszeiten selbst aus diesem scheinbar hoffnungslosen Lande zu machen vermögen. Raub und Krieg haben nie aufgehört unter den Bewohnern der Sahara, und die empfindlichste Stelle, den Gegner zu treffen, sind die Brunnenanlagen. Zerstörungen haben in historischer Zeit weit mehr vernichtet als ein mörderisches Klima, *am heutigen Zustand der Wüstenländer hat der Mensch selbst daher keinen geringen Anteil.* Und doch kann auch heute noch die Wüste im ganzen keineswegs als unbewohnt gelten, ja sie könnte stellenweise einer bedeutend stärkeren Bevölkerung zum Aufenthalt und zur Ernährung dienen, wenn alles vorhandene Wasser methodisch ausgenützt würde. Erstaunlich sind dahingehende Angaben *Zittels* über die Oasen Dachel und Chargah im südöstlichen Ägypten. Das Grundwasser tritt in diesen Depressionen unter artesischem Druck an die Oberfläche und zwar in durchaus nicht geringer Menge. Die 17 000 Menschen, die *Zittel* zur Zeit seines Besuches 1883 antraf, könnten sich nach seiner Ansicht verzehnfachen und hätten bei entsprechenden Maßnahmen doch genug Wasser. In mindestens der gleichen Stärke strömten jene, übrigens warmen Quellen,



zum Teil aber schon vor 2000 Jahren! Weither aus regenreichen Gebieten muß dieser Zustrom kommen.

Wie ein Relikt aus alter, besserer Zeit zieht der Nil als einziger oberirdischer Strom quer durch den mächtigen Wüstengürtel und trennt mit seinen fruchtbaren, reichbewässerten Anschwemmungen die ägyptische Sahara in die westliche libysche und die östliche „arabische“ Wüste. Sein Lauf entspricht einem Profil durch die gesamte nördlich einfallende Schichtenreihe und das Profil läßt die erdgeschichtlichen Geschehnisse des Landes ablesen. Hoch oben im Süden begleitet kristallines Grundgestein mit unregelmäßig bergigen Oberflächenformen die weiten Talauen. Etwa 50 km oberhalb des Zusammenflusses vom Blauen und Weißen Nil beginnen Sandsteine sich darauf zu legen, die bis nach Ägypten hinein anhalten und vielfach die Ufer bilden. Wo ein Granitrücken nochmals an die Oberfläche tritt, macht sich für den Fluß der Unterschied in der Gesteins Härte geltend: die weicheren Sandsteine sind schneller fortgeräumt als der harte kristalline Fels. So bilden sich immer mehr die Unregelmäßigkeiten des Flußgefälles heraus, die als Schnellen oder Katarakte seit alters her bekannt sind. Die Sandsteine sind in mesozoischer Zeit (Mittelalter der Erdgeschichte) entstanden, und zwar überwiegend auf dem Festlande. Innerhalb Ägyptens gehen sie nach oben hin in marine Schichten ganz allmählich über. Die reiche versteinerte Tierfauna dieser Meeresablagerungen läßt eine genaue Altersbestimmung zu. Da ist es denn höchst bemerkenswert, wie der Übergang von terrestrischen bis fluviatilen Gesteinen in Absätze eines Meeres im nördlichen Ägypten zur mittleren Kreidezeit, nach Süden hin in immer jüngeren Perioden der Kreide erfolgt. Mit anderen Worten: das Vordringen des Meeres über die nördlichen Regionen des alten afrikanischen Kontinentes ist hier Schritt für Schritt in seinem allmählichen Ablauf zu verfolgen. So lagern sich denn Muscheln, Ammoniten, Schnecken, Seeigel usw. des Kreidemeeres in großer Zahl über den Schichten ab, die anfangs Landbewohner und Süßwasserformen, dann Vertreter brackischer Gewässer, und Bewohner von Flußmündungen enthalten. Unter den Landformen der mittleren Kreide sind Dinosaurier sehr bemerkenswert, deren Reste sich in einigen Oasen des südwestlichen Ägyptens gefunden haben. Mit ihnen treten Zahnplatten von Lungenfischen, Schildkrötenreste und andere Typen auf, die dadurch noch besonders wertvoll sind, daß unweit Timassinin in der algerischen Sahara eine ganz entsprechende Tiervergesellschaftung in gleichaltrigen Schichten auftritt. In dieser gewaltigen Entfernung finden wir also die Zeugen gleicher geographischer Verhältnisse und ganz der gleichen tiefgreifenden Veränderungen. Denn auch dort, wie in ganz Nordafrika, drang in der mittleren Kreide das Meer weit nach Süden vor. Zur Zeit

seiner größten Ausdehnung mag die Küste vom jetzigen Kamerun-Ästuar an nordwärts in ziemlich gerader Richtung sich erstreckt haben, dann ostwärts abgelenkt sein, um etwa über das jetzige Hochland von Tibesti nach Oberägypten weiter zu verlaufen. Ziemlich das gesamte heutige Wüstengebiet lag damals unter Wasserbedeckung und beherbergte ein unendlich reiches marines Tierleben. Aber noch weiter nach Osten zog die Küste: nichts deutete noch die Umgrenzung des späteren Roten Meeres oder Persischen Golfes an. Quer durch Arabien fort bis nach Persien und Indien und südwärts über Ost-Abessinien nach Ostafrika war offene Meeresverbindung, die regen Austausch und Wanderungen der Faunen erlaubte. Das Mittelmeer unserer Tage ist ja nur ein schwacher Abglanz eines Meeresgürtels, der unendlich lange geologische Zeiten hindurch die ostwestgerichtete Zone unserer Hochgebirge vom Atlas und den Alpen bis zum Himalaya und nach Ostasien erfüllte. Wenn unserem Handel und Verkehr erst kunstvoll und mühsam die Pforten des Suez- und Panamakanals gebrochen werden mußten, so sind geologisch recht jugendliche Veränderungen der Erdoberfläche schuld daran. Doch der Beginn dieser Umwälzungen geht bis an den Abschluß der Kreidezeit zurück.

Im Distrikte von Safäga und anderwärts an der ägyptischen Küste des Roten Meeres werden Phosphatlager abgebaut. Diese Lager sind den Schichten der oberen Kreide eingelagert (während solche in Tunis etwas jüngerer Entstehung sind und schon dem Alttertiär angehören). Einen großen Beitrag zu diesen organischen Materialanhäufungen dürften die riesigen Fischschwärme jenes Meeres geliefert haben. In Ägypten sind es meist die Zähne von Haifischen, die sich in gewaltiger Zahl, doch stets zusammenhanglos finden lassen. Im Libanon aber sind verschiedentlich Fischschiefer entwickelt. Die vollen unzerstörten Abdrücke von Fischen aller Art legen uns dort zu Tausenden Zeugnis ab von dem Reichtum jener Gewässer. Zur Phosphatbildung dürfte es indes nicht im ganz offenen Meeresraume gekommen sein, sondern in stilleren, abgeschlosseneren Beckenteilen. Denn eine Hebungsperiode begann bereits wieder einzusetzen. Sie ließ das Meer aus den weitaus größten Teilen des zuvor eroberten nordafrikanischen Landes wieder zurücktreten. Die Steinwüsten des inneren Tripolis sind Plateaus, deren Oberfläche von den Absätzen des Kreidemeeres gebildet wird, also den gehobenen und nun wieder zertalten Meeresboden jener Zeit darstellt. Aus harten Kalken wittern die Versteinerungen in riesiger Zahl heraus. So liegen insbesondere Austernschalen und Ammoniten<sup>1)</sup> jener Zeit recht häufig in der heutigen Wüste! Ablagerungen des Tertiärs fehlen in dieser Hammada bereits völlig. Sie finden sich aber in den nördlicheren Teilen der algerischen

<sup>1)</sup> Der Name hängt mit der Ammons-Oase der libyschen Wüste zusammen.

Wüste und setzen in der Cyrenaika wieder ein, um von dort in immer breiterem Streifen nach Ägypten vorzudringen. Doch auch hier ist nur stellenweis der auf der ganzen Erde seltene direkte Übergang des Kreidemeers in das Tertiärmeer zu beobachten. Höchst auffällig ist der trotzdem auch hier vorhandene scharfe Gegensatz in der Fauna. Wie mit einem Schlage erlöschen so blühende Geschlechter wie die Ammoniten, Belemniten, Rudisten; an ihre Stelle treten gleichsam die in plötzlicher Entfaltung erscheinenden unzähligen Massen großer einzelliger Lebewesen (Operculinen, Alveolinen, Nummuliten usw.). Seltsam aber ist auch die zeitweilige Umgrenzung des Meeres an der Wende von Kreide und Tertiär. Während jener Übergang sich ziemlich ungestört im Gebiete der Oasen der libyschen Wüste vollzog, besteht in der allerobersten Kreide und auch im unteren Tertiär weiter nördlich stellenweise eine Lücke. Das heißt: es bestand zeitweilig Land im nördlichen, Meer im südlichen Ägypten. Etwa im Zuge der Oase Baharia von SW nach NO gerichtet, entstand eine Aufsatte- lung, deren nördlichste Spuren bei Kairo in Abu Roash, unter den sich auflagernden jüngeren Schichten verschwinden. Die jüngsten zum Absatz gelangten Kreidehorizonte wurden von dieser schwachen, aber deutlichen Bewegung noch ergriffen, das ältere Tertiär, soweit es überhaupt entwickelt wurde, nicht mehr. Die Zeitbestimmung dieser tektonischen Kraftäußerung ist also ziemlich einfach. Es scheint, als ob in einigermaßen gerader Fortsetzung weit fort im Südosten die ersten Ausbrüche des Kamerunmassivs etwa um jene Zeit einsetzten.

Trotz mannigfacher Schwankungen in der Umgrenzung kam doch das älteste Tertiär (Eocän) im größten Teile Ägyptens zum Absatz. Ungewiß ist noch, ob und in welchem Umfange sich damals schon jener Gebirgszug zu erheben begann, der das heutige Ägypten nach Osten hin gegen das Rote Meer abschließt. Es scheint, als habe im Untereocän das Meer sich noch ungehindert ausgebreitet und seine Aufschüttungen seien erst später durch das entstehende Gebirge zerteilt worden. In Zusammenhang mit dieser neuen großen Aufpressung darf wohl andererseits schon eine neue Landperiode gebracht werden, die dazu führte, daß in ganz Ägypten das Obereocän bereits nicht mehr marin vertreten ist. Schon in der Ausbildung des mittleren Eocäns scheint sich der neue Wechsel anzubahnen: die Nummuliten verschwinden in seinen jüngeren Partien, selbst die Farbe des Gesteins wechselt nach oben hin. Neben dem Mokattamfelsen bei Kairo, der der mitteleocänen Stufe Ägyptens den Namen gegeben hat, sind deren untere Partien vor allem an einer sehr bekannten, von diesem Gesichtspunkte aus freilich selten betrachteten Stelle erschlossen: in der Sphinx. Ihren Leib, Hals und Kopf setzen die horizontal gelagerten Schichten der unteren Mokattamstufe mit allen ihren Versteinerungen

zusammen als einstiger Absatz im Tertiärmeere. Jetzt fegt der Wind an dem berühmten Baudenkmal und schleift mit den feinen, scharfen Körnern dagegen getriebenen Sandes die weichen Gesteinslagen heraus. Ja, es ist kein Zufall, daß gerade der Hals solche weichen Lagen enthält. Schon ehe die Ägypter die Hand anlegten, um dem Felsen die rätselhafte Gestalt aufzuprägen, hatte der Wind sein heutiges Spiel längst begonnen. Er ist eigentlich der Schöpfer der Gestalt, die alten Künstler haben nur vollendet, was sie in der natürlichen Erscheinung des Felsens phantasievoll erblickten. Die Sphinx dürfte ursprünglich nur einer der in der Wüste so häufigen Pilzfelsen gewesen sein, entstanden wie sie alle durch den Wechsel harter und weicher Gesteine und durch die modellierende Kraft des durch Jahrtausende wirkenden Windes. Unmittelbar unterlagert wurden die Schichten der Sphinx von Kreidesedimenten. Auch hier fehlt also z. B. das Mittelglied des untern Eocäns; wir befinden uns im Bereiche jener SW—NO gerichteten Aufsatte- lung.

Viel gewaltiger war die zweite genannte Erhebung. Die beiden z. T. recht hoch (ca. 2500 m) aufragenden Gebirgszüge, die die Ost- und Westküste des Roten Meeres begleiten und im Gebirgskamm der Sinaihalbinsel wieder auftauchen, sind nur nachträglich getrennte Bruchstücke eines in der Entstehung einheitlichen Massivs. Gleichzeitig begannen vulkanische Ausbrüche in beträchtlicher Verbreitung und halten nahezu durch das ganze Tertiär an. Zahlreiche Basaltgänge und -ströme legen Zeugnis ab von diesen Vorgängen. Von dem aufsteigenden Berglande, das ja selbst unter dem heutigen Klima Steigungsregen erhält, ergossen sich alsbald die Gewässer ins Vorland und an ihren Ufern lebten als Bewohner des neuge- wonnenen Landes Säugetiere an Stelle der Kreide- saurier. Ihre Reste auf ägyptischem Boden haben mannigfache überraschende Aufklärung gebracht über das Emporkommen und die Verbreitung dieser neuen Herrscher des Landes.

Noch einmal freilich drang das Meer an einer Stelle weiter landeinwärts vor, doch nicht mehr bis zur früheren Ausdehnung und nur vorübergehend. Immer mehr bildete sich, wie das *Blanckenhorn* in einer vortrefflichen Studie darlegte, die Hauptentwässerungsader des Niles aus, doch in der Hauptsache zunächst etwas westlicher gelegen als das heutige Bett. In seinem Mündungsdelta war hauptsächlich Gelegenheit gegeben nicht nur für die Erhaltung tierischer und pflanzlicher Reste, sondern auch für die schrittweis verfolgte Anpassung einiger der ursprünglich landbewohnenden Formen an das Leben im Wasser, schließlich im Meere. Es genüge hier die Andeutung, daß die fossilen Vorfahren der Seekühe und der Elefanten, die beide in den älteren Tertiärschichten Ägyptens vertreten sind, einander gar nicht so fern stehen. Unter den Pflanzenversteinerungen ist der oligocäne versteinerte Wald von Kairo zu erwähnen, doch sind Kieselhölzer schon von der

Unter-Kreide an in fast allen Schichten Ägyptens und an den verschiedensten Stellen vertreten, hier und dort zu reicheren Beständen anwachsend. Die Vegetation war eben zu allen Zeiten reich und hat erst in allerjüngster Vergangenheit der Wüste weichen müssen.

In den Ablagerungen der „Urnil“-Mündung (etwa bei Moghara) sind Gerölle aus Gesteinen vertreten, die aus dem östlichen Randgebirge stammen müssen. Im jüngsten Tertiär oder Pliozän hören sie plötzlich auf, obwohl jene Mündung zunächst noch weiter besteht. Der Oberlauf jenes Flusses war plötzlich geköpft worden: Ein langgestreckter Grabenbruch, etwa bei Assuan beginnend, zog die Gewässer der Nähe an sich und bildete das weite Tal, in dem seither der Nil seinen Unterlauf dem Meere zuwälzt, und das allein die Wüste noch nicht hat ertönen können.

Dieser Einbruch aber war nur ein schwaches Glied einer ganzen Kette ähnlicher Erscheinungen im Gefolge der vorangegangenen Aufwölbung. Ihren höchsten Ausdruck fand die Senkungsercheinung in dem ungeheuren Graben des Roten Meeres: der Schlußstein des tertiären Gewölbes sank in die Tiefe. Das Jordantal bildet die Fortsetzung nach Norden hin, der ungeheure Zug ostafrikanischer Grabenbrüche diejenige nach Süden bis über den Nyassasee hinaus. Nicht mit einem Male spielte dieser Vorgang sich ab, nicht im ganzen Verlaufe können wir ihn schon übersehen. Im Jungtertiär und noch im Diluvium sind die Hauptphasen zu suchen. Schon im Miocän vor Entstehung des Niltalgrabens mögen Teile des Roten Meeres sich gebildet haben, drang auch vom Norden her aus dem Mittelmeer eine tiefe Bucht ihm bis in die Gegend von Suez entgegen, ohne sogleich die volle Verbindung nach Süden für das Meer zu gewinnen. Erst während des Diluviums war das Werk vollendet. Zugleich aber wurde die kaum geschaffene Meeresstraße auch wieder geschlossen. Gewaltige Niederschläge der Pluvialzeit ließen die Flüsse schwellen und erhöhten ihre Transportkraft. Einen Arm mindestens entsandte der Nil nach Osten. Er ist es, der mit seinen Delta-Aufschüttungen die flache (Maximum 16 m), erst künstlich durch den Schiffahrtskanal wieder durchstochene Schwelle von Suez zwischen Rotes Meer und Mittelmeer eingeschoben hat. Sein alter Arm ist es auch, der schon im Altertum zu künstlicher Verbindung zwischen beiden benutzt wurde und der noch jetzt als Süßwasserkanal zum Westufer des Suezkanals führt. Aus der Anlage der alten Schleusen in ihm hat *Lesseps* auf eine Hebung des Landes um 3 m in historischer Zeit schließen wollen. Ganz gewiß sind die Bodenbewegungen noch nicht völlig zur Ruhe gekommen, wie vor allem Erscheinungen an historischen Bauten im ganzen Ostteile des Mittelländischen Meeres bezeugen.

Geologisch sehr wenig bekannt ist noch die Sinaihalbinsel. Die Operationen des Türkenheeres gäben hier eine seltene Gelegenheit unsere

Kenntnisse zu bereichern. Doch wissen wir, daß sich dem kristallinen Grundgebirge ganz wie in Ägypten (Wadi Araba) stellenweise paläozoische Sedimente anschließen und daß in der Mittelkreide auch hier der große Meeresvorstoß einsetzte. Ganz neuerdings ist ein weiterer glücklicher Fund gelungen. Östlich von El Kantara stehen in der Sinaiwüste Schichten des Jura-meeres an, die in ganz Nordafrika (außerhalb der Atlasländer) durchaus fehlen und auch früher nie bestanden haben. Wohl aber kennen wir sie wieder aus Persien, aus dem Hinterlande von Aden und von Ostafrika. So beginnt sich auch der ungefähre Küstenverlauf jener fernen Zeit herauszuschälen. Er ist wichtig wegen der engen faunistischen Beziehungen, die zwischen Ostafrika und dem Mittelmeere im Jura offenbar bestanden haben und aus denen nun hier im Sinai eine neue Etappe aufgedeckt ist. Wie unendlich wichtig eine genauere Kenntnis des geologischen Baues für die Wasserversorgung und andere Zwecke eines modernen Heeres wäre, braucht nicht näher ausgeführt zu werden. Da die dringendsten Erfordernisse hierfür gewiß nachgeholt werden müssen, ist vielleicht auch für die Wissenschaft von dem grandiosen Unternehmen mancher Nutzen zu erwarten. Es sei daran erinnert, daß die erste geologische Erforschung Abessyniens dem englischen Einmarsche von Massaua aus vom Jahre 1866 zu verdanken ist, dem sich der Geologe der indischen Survey *Blanford* angeschlossen hatte.

## Das Nernstsche Wärmetheorem und seine Bewährung durch Affinitätsmessungen.

Von D. John Eggert, Berlin-Halensee.

Die klassische Thermodynamik hat gelehrt, die Gesetze der Energieänderungen zu beherrschen. Die Ergebnisse und Folgerungen der beiden Hauptsätze haben daher stets die charakteristische Eigenschaft, nur Aussagen über relative, d. h. durch Differenzbildung gemessene Größen zu enthalten. Die absoluten Werte der Energie oder Entropie blieben dagegen nach ihren Ansätzen unbekannt. Erst der jüngsten Forschung war es vorbehalten, die Frage nach diesen Größen durch die Aufstellung eines neuen Wärmesatzes umfassend zu beantworten. Abgesehen von der Bedeutung, die diese Aufgabe für die Thermodynamik an sich hatte, mußte ihre Lösung vor allem für die Thermochemie und die Lehre vom chemischen Gleichgewicht neue, wichtige Gesichtspunkte herbeiführen und es dürfte daher in der Natur der Sache liegen, daß das Problem gerade von dieser Seite mit größtem Erfolg in Angriff genommen wurde. Ehe wir uns jedoch diesen Dingen zuwenden, wollen wir uns einen kurzen Überblick über den Umfang der beiden Hauptsätze verschaffen.

Der erste Hauptsatz der Thermodynamik ist der

Ausdruck des Energieprinzips. Die Gleichung

$$U = A - Q$$

definiert bei einem Vorgange, an dem sich mechanische und kalorische Energie beteiligen, als Energieänderung  $U$  des Systems den Überschuß von äußerer Arbeit  $A$ , die das System leistet, über die Wärmemenge  $Q$ , die ihm zugeführt wird. Die Definition verlangt natürlich, daß bei Energieäußerungen in entgegengesetztem Sinne (Arbeitszufuhr und Wärmeabgabe) Vorzeichenänderung erfolgt.

Der erste Hauptsatz gibt demnach für kalorimetrische Messungen folgende Auswertung: Bei Bestimmungen der spezifischen Wärme flüssiger oder fester Körper sowie bei der Ermittlung von Wärmetönungen in Lösungen oder der Verbrennungswärme von Stoffen in der Berthelotschen Bombe erfahren wir mit dem gemessenen  $Q$  auch unmittelbar etwas über die Größe  $U$ , da bei diesen Prozessen keinerlei mechanische Energie auftritt. Ist jedoch das Gegenteil der Fall, wie z. B. bei der Auflösung von unedlen Metallen in Säuren, bei welcher der entstehende Wasserstoff die Luft von Atmosphärendruck zu verdrängen, also Arbeit zu leisten gezwungen ist, so gibt das Kalorimeter zwar ebenfalls die Größe  $Q$ ; zur Bestimmung von  $U$  ist jedoch hierzu der Arbeitswert der Gasentwicklung hinzuzufügen (1 Literatmosphäre = 24,2 cal). Allgemein gesprochen ist  $Q$  also nur dann ein Maß der Energieänderung, wenn die betrachtete chemische Reaktion unter konstant bleibendem Volumen verläuft.

Der zweite Hauptsatz beschäftigt sich mit der Umwandlung von Wärme in Arbeit. Ihm liegt die Tatsache zugrunde, daß eine bestimmte Wärmemenge  $Q$ , die ein Wärmebehälter beim Abkühlen von der Temperatur  $T_1$  auf  $T_2$  zur Verfügung stellt, nicht vollwertig in mechanische Energie überführbar ist. Vielmehr setzt die Natur dieser Energieänderung in der Richtung Wärme—Arbeit eine obere Schranke, die freilich auch höchstens im Falle eines „isothermen, reversiblen“ Vorganges erreicht werden kann. Die sogenannte maximale äußere Arbeit  $A$ , welche  $Q$  unter den genannten Bedingungen zu liefern imstande ist, besitzt den Wert

$$A = Q \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Sie ist um so größer, je höher die Temperatur  $T_1$  gegenüber  $T_2$  ist. Es spricht sich dies z. B. in der praktischen Erfahrung aus, daß im Explosionsmotor eine doppelt so große Energieausbeute stattfindet, als in der Dampfmaschine. — Allgemein entspricht einer Steigerung der Temperatur  $T$  um  $dT$  eine Vergrößerung der maximalen Arbeit um  $dA$ , so daß jene Beziehung in die Differentialgleichung

$$dA = Q \cdot \frac{dT}{T}$$

übergeht. In Verbindung mit dem ersten Hauptsatz, d. h. unter Einführung von  $Q = A - U$  er-

hält sie die für thermochemische Vorgänge gebräuchliche Form des zweiten Hauptsatzes:

$$Q = A - U = T \cdot \frac{dA}{dT}$$

Diese Beziehung, in der die Arbeitsfähigkeit  $A$  eines Prozesses in Zusammenhang mit der Energieänderung  $U$  des Systems gebracht wird, gestattet es, auf indirektem Wege die Größe  $Q$  zu ermitteln. — Verfolgen wir die Verhältnisse an dem Gleichgewicht, in dem sich eine Flüssigkeit mit ihrem Dampf befindet.  $Q$  bezeichnet in diesem Falle die aufgenommene oder entwickelte (im alten Sprachgebrauch latente) Wärmemenge, die beim Verdampfen oder Kondensieren eines Gramms der Substanz verbraucht oder gewonnen wird, die molekulare Verdampfungswärme. Zur Bestimmung ihres Wertes bedarf es der Kenntnis von

$$\frac{dA}{dT}$$

des Temperaturkoeffizienten der maximalen Arbeit des Verdampfungsvorganges. Aus den Gasgesetzen geht hervor, — wir geben lediglich die Formeln an — daß, wenn  $p_1$  und  $p_2$  die Dampfdrucke des Stoffes für zwei nahe aneinander gelegene Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$  sind,

$$\frac{dA}{dT} = \frac{RT}{p} \cdot \frac{p_1 - p_2}{T_1 - T_2}$$

ist. Für  $T$  und  $p$  gelten die Mittelwerte von  $(p_1, p_2)$  und  $(T_1, T_2)$ . Die molekulare Verdampfungswärme  $Q = T \cdot \frac{dA}{dT}$  ist also endgültig:

$$Q = \frac{RT^2}{p} \cdot \frac{p_1 - p_2}{T_1 - T_2}$$

Ganz ähnlich lautet die Formel für die Wärmetönung einer Gasreaktion, nur daß dann an Stelle der Drucke die Konstanten  $K_1, K_2$  des Massenwirkungsgesetzes für die Temperaturen  $T_1, T_2$  eintreten:

$$Q = \frac{RT^2}{K} \cdot \frac{K_1 - K_2}{T_1 - T_2}$$

Die Einführung der Gleichgewichtskonstanten macht sich verständlich, da diese Größen nichts anderes als die Quotienten der Dampfdrucke aller Reaktionsteilnehmer darstellen; und zwar liefern die Stoffe, die vor der Reaktion anwesend sind, die Beiträge für den Zähler, die Reaktionsprodukte die Faktoren des Nenners der Konstante  $K$ . Die Wärmetönung einer Gasreaktion ist also mit Hilfe des zweiten Hauptsatzes zugänglich, sobald das Gleichgewicht für zwei benachbarte Temperaturen bekannt ist.

Neben dieser für jede chemische Umsetzung wichtigen Größe  $Q$  hat man ein zweites Charakteristikum — zunächst rein phänomenologisch — einführen zu müssen geglaubt, das die Kraft verkörpern sollte, mit welcher die Stoffe bei der Reaktion aufeinander einwirken — den Begriff der Affinität. Die Notwendigkeit, sich ein geeignetes Maß für diese noch unklar erfaßte Größe zu sichern, führte dazu, die Wärmetönung der Reaktion selbst als grundlegend für den Wert der

Affinität anzusprechen. Diese Annahme findet ihren Ausdruck in dem Berthelotschen Prinzip (1867), welches besagt, daß „jede chemische Umwandlung zur Entstehung derjenigen Stoffe Veranlassung gibt, welche die größte Wärmemenge entwickeln“. Dieser, aus zahlreichen exothermen (Wärme spendenden) Reaktionen abgeleitete Satz läßt sich indessen nur in gewissen Fällen mit der Erfahrung in Einklang bringen, während er für eine ganze Gruppe von Vorgängen völlig versagt. Reaktionen, die nicht vollständig verlaufen, sondern nur bis zur Einstellung eines Gleichgewichtszustandes führen, finden in der einen Richtung unter Wärmeabgabe, in der anderen unter Wärmeaufnahme statt. Das Berthelotsche Prinzip widerspricht offenbar dieser Tatsache, beispielsweise der Tatsache, daß Knallgas einmal bei 2000° unter Wärmeentwicklung verbrennen kann, Wasserdampf bei gleicher Temperatur unter Wärmeverzehrung in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt werden kann; es fordert vielmehr eine bestimmte *Richtung* des Vorganges und schließt allgemein die Möglichkeit jedes Gleichgewichtes aus.

Ehe wir zu einer näheren Kritik des Berthelotschen Prinzips schreiten, wollen wir vorerst den Affinitätsbegriff einer Prüfung unterziehen.

Die Affinität kann zunächst nicht, wie es die ursprüngliche Deutung verlangte, die Dimension einer *Kraft* besitzen, sondern muß, wenn sie in Parallele mit der Wärmetönung gesetzt werden soll, eine *Energiegröße* sein. Ferner ist an das Maß der Affinität die Anforderung zu stellen, daß sich der Vorgang im Sinne, und *nur* im Sinne der Affinität vollzieht, eine Bedingung, die, wie gezeigt wurde, das Berthelotsche Prinzip nicht in allen Fällen erfüllt.

Denken wir uns nun den Vorgang so abgespielt, daß keinerlei Energiezufuhr auf das System stattfindet und durch richtige Ausnutzung die gesamte *Reaktionsenergie* zur Leistung äußerer Arbeit herangezogen wird, so erkennen wir in der Arbeitsfähigkeit *A* der Reaktion eine Größe, welche den gestellten Bedingungen Genüge leistet. Wir werden also kein Bedenken tragen, diese nach *Helmholtz* als *freie Bildungsenergie* bezeichnete Größe als Maß für die Affinität des Vorganges festzusetzen.

Mit dieser Definition gewinnt der Berthelotsche Satz in der üblichen Bezeichnung die Form:  $U = A$ ; denn dies besagt, daß die Affinität der Reaktion identisch ist mit der Änderung der Gesamtenergie des Systems.

Untersuchen wir zunächst, welche Folgerungen diese Bedingung aus dem zweiten Hauptsatz zieht. Dazu führen wir den Ansatz in die Beziehung

$A - U = T \cdot \frac{dA}{dT}$  ein und schließen, daß  $\frac{dA}{dT} = \frac{dU}{dT} = 0$ , d. h. daß die Wärmetönung der Reaktion von der Temperatur unabhängig sein muß, also keinen Temperaturkoeffizienten besitzen darf. In den meisten Fällen wird diesem Ergebnis jedoch

durch die Erfahrung Abbruch getan, denn die Größe *U* ist wesentlich von den *spezifischen Wärmen* der Reaktionsteilnehmer *abhängig* und, da diese Größen bei den verschiedenen Stoffen verschieden stark mit der Temperatur ansteigen, ergibt sich notwendig, daß der Wert von *U* mit der Temperatur veränderlich, und der Differentialquotient  $\frac{dU}{dT}$  von

Null verschieden sein muß. Vor allem aber ist die Forderung  $U = A$  deswegen hinfällig, weil die Größe *U* für eine *bestimmte* Temperatur eine *konstante* Größe darstellt, während *A*, wie wir es definiert haben, von den *Konzentrationen abhängig* ist, in denen die Stoffe — z. B. bei einer Gasreaktion — miteinander reagieren, eine Tatsache, von deren thermodynamischem Beweis wir hier freilich absehen müssen, weil er uns von dem eigentlichen Thema zu weit entfernt.

Auf der anderen Seite gibt es indessen un-leugbar eine Reihe von Fällen, bei denen in der Tat die Wärmetönung *U* praktisch gleich der von dem System geleisteten Arbeit ist. Auch zeigen diese Reaktionen für *verschiedene* Temperaturen den *gleichen* Wert von *U*, sodaß der oben geforderten Bedingung  $\frac{dU}{dT} = 0$  Genüge geschieht.

So konnte z. B. ermittelt werden, daß die Reaktion:  $\text{Zn} + \text{Hg}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O} = \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 2\text{Hg}$ , die bekanntlich dem Clarkelement zugrunde liegt, bei tiefer Temperatur eine elektromotorische Kraft (das elektrische Maß für *A*) liefert, die der Wärmetönung des Vorganges entspricht. Die Temperaturveränderlichkeit der Spannung ist ebenfalls, wie gefordert, sehr gering. Für dieses und ähnliche Beispiele ist dabei die Tatsache charakteristisch, daß sich an der Reaktion stets nur flüssige oder feste Körper beteiligen. Doch folgt daraus natürlich nicht umgekehrt, daß in kondensierten Systemen der Berthelotsche Satz gelten muß. Für den genannten Vorgang im Clarkelement z. B. erweist er sich auch nur unterhalb des Quecksilberschmelzpunktes als zutreffend; bei gewöhnlicher Temperatur besitzt die Kette bereits einen recht erheblichen Temperaturkoeffizienten der E. M. K.

Somit hat es den Anschein, als ob die Erfahrungen im Widerstreit lägen, und es bleibt zu erwägen, wie weit die Hauptsätze aus sich heraus Entscheidungen herbeizuführen imstande sind. Wir wollen also jetzt umgekehrt wie vorher verfahren und fragen, *welchen* Wert von *A* die Hauptsätze *fordern*, wenn man ihnen die Größe von *U* *vorschreibt*. Wir erinnern uns zunächst, daß die Größe *U* als Energieänderung eingeführt wurde. Um jedoch die Differentialgleichung

$$A - U = T \cdot \frac{dA}{dT}$$

nach der Größe *A* zu lösen, ist es nicht allein erforderlich, die Wärmetönung bei *einer* Temperatur zu kennen, sondern es bedarf der Kenntnis des Temperaturverlaufes von *U*. (Dies ist der Fall,



wenn, wie schon angedeutet,  $U$  für eine einzige Temperatur und die spezifischen Wärmen der Reaktionsteilnehmer für alle Temperaturen bekannt sind.) Gesetzt, diese Bedingung sei erfüllt und die Veränderlichkeit von  $U$  mit der Temperatur liege in Form einer Kurve gezeichnet vor. (Vergl. Fig. 1.) Nunmehr sollte uns unsere

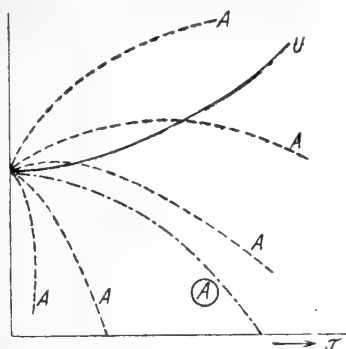


Fig. 1.

Gleichung  $A - U = T \cdot \frac{dA}{dT}$  das Mittel an die Hand geben, die entsprechende  $A$ -Kurve aus dem Verlauf von  $U$  zu konstruieren. Das ist jedoch grundsätzlich unmöglich, da das Problem sich nicht als eindeutig erweist. Aus der Differentialbeziehung lassen sich nämlich unendlich viele richtige  $A$ -Kurven erzielen, die alle der Gleichung genügen und für die Temperatur  $T = 0$  in den gemeinsamen Wert  $U = A$  einmünden. Hierin liegt nun aber etwa keine Bestätigung des Berthelotschen Satzes. Denn dieser fordert ja die Gleichheit von  $A$  und  $U$  für alle Temperaturen und allgemein lassen gerade die Hauptsätze neben einem bestimmt gegebenen  $U$  jedes beliebige  $A$  zu. Damit bleibt also von dieser Seite her die Frage nach der Gültigkeit des Prinzips als unentschieden offen; dagegen tritt aus der *differentialen* Formulierung der Hauptsätze klar zutage, daß im Unbekannten noch eine bedeutungsvolle Bedingung schlummern muß, die aus der Mannigfaltigkeit der  $A$ -Kurven eine bestimmte herausgreift.

Nernst gebührt das Verdienst<sup>1)</sup>, diese so außerordentlich fruchtbare Bedingung in mathematisch erschöpfender Form ausgesprochen und auch ihre physikalische und chemische Bedeutung und Gültigkeit im umfangreichsten Maße dargetan zu haben. *Das neue Theorem ist ein Grenzgesetz, das das Berthelotsche Prinzip als Sonderfall enthält.* Knüpfen wir zunächst an die oben gebrauchte Vorstellung der Wärmetönungs- und Affinitätskurven an, so besagt der neue, vor knapp einem Jahrzehnt entdeckte Wärmesatz: „Wärmetönung und Affinität eines Systems streben mit sinkender Temperatur derart dem gleichen gemeinsamen Wert für den absoluten Nullpunkt zu, daß

sich die Kurven für  $A$  und  $U$  in diesem Punkte *berühren*.“ Die dieser Forderung entsprechende Formulierung lautet:

$$\lim \frac{dU}{dT} = \lim \frac{dA}{dT} = 0 \text{ (für } T = 0 \text{)}$$

und bringt durch die Gleichsetzung der *Limites* der Tangentenrichtungen beider Kurven nicht allein das Zustreben von  $A$  und  $U$  gegen einen gleichen gemeinsamen Wert zum Ausdruck, sondern die *Art* der Erreichung desselben durch unbegrenztes gegenseitiges Nähern der Kurven, deren mindestens einpunktige *Berührung* im absoluten Nullpunkt stattfindet. Damit wird der vorgegebenen  $U$ -Kurve aus der Schar der mit dem  $A - U$ -Gesetz verträglichen  $A$ -Kurven *diejenige* zugeordnet, deren *Nullpunktstangente der T-Achse parallel läuft* und eben hierdurch, wie bereits angedeutet, Raum für den Berthelotschen Satz geschaffen. (Vergl. die Kurve der Abbildung, deren „ $A$ “-Bezeichnung umkreist ist.) Denn die asymptotische Berührung der  $U$ - und  $A$ -Kurve bei  $T = 0$  äußert sich oberhalb des Nullpunktes dadurch, daß die Linien ein gewisses Stück parallel laufen. Solange ihr Abstand in jenem Temperaturgebiet gering ist, und das hängt nur von der Funktion  $U$  ab, d. h. wie rasch sie sich mit wachsender Temperatur verändert, solange also die Kurven praktisch zusammenfallen, wird auch für endliche Temperaturen  $U = A$  sein, wie es das Berthelotsche Prinzip verlangt.

Was die  $U$ -Kurve selbst anlangt, so ist über ihren Charakter im einzelnen natürlich nichts ausgesagt. Doch gebietet die Beziehung

$$\lim \frac{dU}{dT} = 0 \text{ (für } T = 0 \text{)}$$

ganz allgemein, daß die Wärmetönung  $U$  gegen den absoluten Nullpunkt hin immer temperaturunabhängiger wird, d. h. *die Nullpunktstangente der U-Kurve verläuft der T-Achse ebenfalls parallel*. Da nun aber die Abhängigkeit des  $U$ -Wertes von der Temperatur, wie gezeigt, durch die spezifischen Wärmen der Reaktionsteilnehmer gegeben ist, müssen diese Größen für alle Stoffe mit sinkender Temperatur abnehmen und für  $T = 0$  verschwinden, eine Folgerung, die sich aufs beste an der Erfahrung bestätigt hat. Die Wärmetönung selbst besitzt natürlich für  $T = 0$  einen von Null verschiedenen Wert ( $U_0$ ), welcher mit dem der maximalen Arbeit ( $A_0$ ) zusammenfällt.

Kehren wir endlich zu dem Ausgangspunkt der Betrachtungen zurück, so ermöglicht das Nernstsche Theorem durch die Festlegung der Verhältnisse für den absoluten Nullpunkt eine Angabe von Absolutwerten überall dort, wo mit Hilfe des Differentialansatzes der klassischen Thermodynamik früher nur die relativen Größen von Energie, Entropie berechenbar waren. Für die chemische Reaktion insbesondere bedeutet dies jedoch, daß die chemische Affinität und damit das chemische Gleichgewicht, selbst für Temperaturen, die dem Experiment schwer oder garnicht zugäng-

<sup>1)</sup> Vergl. seine Abhandlungen Ber. d. deutsch. Chem. Ges. 47, 608 (1914); Gesellschaft deutsch. Naturf. u. Ärzte Verh. 1912 sowie Lehrb. d. theoret. Chemie, 7. Auflage.

lich sind, aus rein thermischen Daten, also, wie mehrfach betont, aus einer Messung der Wärmetönung der Reaktion und der Kenntnis des Verlaufs der spezifischen Wärmen der Reaktionsteilnehmer zu ermitteln ist.

Um diese Gedankengänge durch ein Beispiel zu beleben, wollen wir uns schließlich zwei neueren Arbeiten zuwenden, deren Aufgabe es war, die behandelten Reaktionen thermodynamisch zu verfolgen und an diesen Ergebnissen die Forderungen des neuen Wärmesatzes experimentell zu prüfen<sup>1)</sup>.

Von W. Draegert (Diss. Berlin 1914) wurde die Reaktion  $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ , die Entwässerung des gelöschten Kalks, untersucht. Das Gleichgewicht wurde durch die Messung der Dampfspannungen des Hydratwassers zwischen 300° und 440° C. ermittelt. Ferner wurde die Hydrationswärme des Kalks kalorimetrisch auf einem neuen Wege zu 15 175 cal (bei 15° C.) bestimmt und endlich der Verlauf der spezifischen Wärme des wasserhaltigen wie des entwässerten Kalks bis zur Temperatur des siedenden Wasserstoffs aufgenommen. Die neuere Forschung (Einstein, Debye) hat gelehrt (unter verschiedenen Annahmen über die Wärmeschwingungen der Atome im Molekül und der Moleküle im festen Körper), den Verlauf der spezifischen Wärmen in ihrer Temperaturabhängigkeit durch bestimmte Formeln festzulegen und mit dem Befund der Messung in befriedigenden Einklang zu bringen. Mit Hilfe dieser Formeln gelang es, sowohl die gemessenen Molekularwärmen wie auch den Verlauf von  $U$ , dessen Wert für eine Temperatur ja genau bestimmt war, rechnerisch zu fassen und somit auch die Affinitätskurve mit Hilfe des Nernstschen Satzes, wie gezeigt, anzugeben. Andererseits ließ sich eine Dampfdruckformel aufstellen, die sich gut an die Beobachtungen anschließt, und nach der sich vermittle des zweiten Hauptsatzes die Affinität des Vorganges bei 0° zwischen den festen Reaktionsteilnehmern zu 13 540 cal berechnet. Die  $A$ -Kurve, welche vorher aus thermischen Daten erbracht worden war, liefert bei 0° den Wert 13 330 cal in bester Übereinstimmung mit der auf dem anderen Wege gefundenen Affinitätsgröße. Das Berthelotsche Prinzip gilt übrigens in diesem Falle bei 0° C. noch ziemlich genau, denn die Berechnung zeigt Verschiedenheit von 300 cal. Die Wärmetönung der Reaktion beim absoluten Nullpunkt beträgt  $U_0 = 13 550$  cal.

Während in dieser Untersuchung die Dampfdrucke manometrisch gemessen wurden, führte bei der Ermittlung der Dissoziationsspannungen des Calciumkarbonats  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$  (Karl v. Kohner, Diss.) eine Durchströmungsmethode zum Ziel. Anstatt jedoch über den

erhitzten Kalk ein indifferentes Gas zu leiten, das die abgespaltene Kohlensäure in die Absorptionsgefäße führte, bediente man sich zu diesem Zweck des Wasserstoffs, der mit der abdissoziierten Kohlensäure die bekannte Wassergasreaktion  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$  einging und auf diese Weise in dem fraglichen Temperaturgebiet von 500—700° C. Wasserdampf- und Kohlenoxyd-Drucke erzeugte (9 mm), die weit oberhalb der entsprechenden  $\text{CO}_2$ -Drucke lagen (0,35 mm) und sich deswegen der Messung erheblich zugänglicher zeigten. Die auch hier kalorimetrisch gemessene Verbindungswärme von  $\text{CaO}$  und  $\text{CO}_2$  erlaubte wiederum nach Beobachtung der spezifischen Wärmen die Rückrechnung der Wärmetönung auf den absoluten Nullpunkt (32 840 cal) und den daraus folgenden Vergleich der verschiedenen Affinitätsgrößen für die Temperatur von — 78° C., dem Sublimationspunkt der  $\text{CO}_2$ . Während die Dissoziationsformel, also die Gleichgewichtsmessung, die Affinität von 32 740 cal ergibt, fordert die Theorie den nur wenig abweichenden Wert von 32 290 cal. An beiden Beispielen hat sich damit das Nernstsche Theorem aufs neue bewährt.

## Besprechungen.

Fahrion, W., Die Härtung der Fette. Heft 24 der Sammlung „Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik“. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1915. 100 S. und 4 Abbild. Preis M. 3,—.

Das Forschungsgebiet der katalytischen Erscheinungen bildet einen verhältnismäßig jungen Zweig der Chemie. Trotzdem sind gerade auf diesem Gebiete im Laufe weniger Jahre technische Erfolge von unvergleichbarer Fruchtbarkeit erzielt worden. Es braucht nur an die Kontaktschwefelsäure, an das synthetische Ammoniak und an die den Gegenstand der vorliegenden Broschüre bildende Härtung der Fette erinnert zu werden. Auf Grund katalytisch beschleunigter Reaktionen werden in den genannten Industrien ganz außerordentliche wirtschaftliche Werte produziert.

Unter „Fetthärtung“ versteht man die Umwandlung flüssiger Öle in feste Fette, welche auf der Überführung der in den Ölen enthaltenen ungesättigten Fettsäuren in Stearinsäure mittelst Anlagerung von Wasserstoff beruht. Obgleich seit Ausarbeitung der technischen Fetthärtungsmethoden noch kaum ein Jahrzehnt verstrichen ist, wurde bereits im vorigen Jahre das Quantum der in Europa gehärteten Fette auf nahezu  $\frac{1}{4}$  Milliarde Kilo geschätzt. Zu dieser Zahl kommt noch eine sehr erhebliche Produktion in Amerika hinzu. Gerade der jetzige Krieg zeigt uns die vitale Wichtigkeit der Fetthärtungsindustrie für unsere Wirtschaft. Unsere inländische Erzeugung an festen Fetten ist zur Deckung unseres Bedarfes völlig unzulänglich. Jahr für Jahr haben wir dem Auslande einen Millionenbeitrag für den Import von Fettstoffen gezahlt. Als dieser Import jetzt durch den Krieg abgeschnitten wurde, stand unsere Industrie einer schweren Notlage gegenüber. In dieser Situation brachte uns die Fetthärtungsindustrie eine erhebliche Erleichterung. Wir können mit Sicherheit erwarten, daß die durch den Krieg ins Leben getretene Tendenz, unsere Wirtschaft

<sup>1)</sup> Frühere ähnliche Arbeiten finden sich bei Pollitzer, Berechn. chem. Aff. 1912.

in allen lebenswichtigen Bedarfsartikeln vom Auslande unabhängig zu machen und auf eigene Füße zu stellen, nach Beendigung des Krieges zu einem Ausbau der Fetthärtungsindustrie im größten Stile führen wird. Unsere Landwirtschaft wird sich dem seit Jahrzehnten stiefmütterlich behandelten Anbau von Ölsaaten wieder zuwenden, und die Härtung der heimischen Öle wird uns eine Einschränkung des Importes exotischer Fettstoffe auf einen Bruchteil der bisher eingeführten Menge ermöglichen.

Der gegenwärtige Moment scheint also sehr geeignet, um auf die bisher auf dem Gebiete der Fetthärtung erreichten Erfolge Rückschau zu halten. Die Fruchtbarkeit der wissenschaftlichen und technischen Arbeit auf dem Gebiete der Fetthydrierung war in den letzten Jahren ganz außerordentlich, doch waren die Ergebnisse nur noch schwierig zu übersehen, da sie in einer großen Anzahl von Zeitschriften und Patentschriften aller Sprachen zerstreut niedergelegt waren. Daher bestand wohl in allen an der Chemie und Technologie der Fette interessierten Kreisen ein starkes Bedürfnis nach einer zusammenfassenden, orientierenden Übersicht über das Gebiet, und es ist in diesem Falle keine leere Phrase, wenn man sagt, daß die Fahrionsche Arbeit eine unangenehm empfundene Lücke der Literatur ausfüllt. Herr Dr. *Fahrion* war für die Bearbeitung des Themas durch seine wissenschaftlichen Erfahrungen auf dem Gebiete der ungesättigten Fettsäuren und seine sehr ausgedehnte Literaturkenntnis aufs günstigste prädisponiert. Seine Darstellung der Fetthärtung ist in leicht verständlicher, klarer Sprache mit Gründlichkeit und wissenschaftlicher Sorgfalt abgefaßt. Trotz des verhältnismäßig geringen Umfanges ist doch alles Wichtige erschöpfend behandelt.

Vor Bekanntwerden der katalytischen Methode war eine technisch rentable Umwandlung der Ölsäure in Stearinsäure nicht ausführbar, wenn es auch im Laboratorium gelungen war, die Reaktion auf dem Umwege über die Jodstearinsäure durchzuführen. Auch die elektrolytischen Methoden zur Anlagerung von Wasserstoff an die Ölsäure führten zu keinem praktischen Ergebnis. Soweit hierbei überhaupt Resultate erzielt worden sind, scheinen diese nur durch katalytische Mitwirkung des Kathodenmaterials ermöglicht worden zu sein.

Die Technik hatte denn auch bis zum Aufkommen der katalytischen Hydrierung auf eine Überführung der Ölsäure in Stearinsäure verzichtet und hatte sich damit begnügt, die Ölsäure auf dem Umwege über den Schwefelsäureester der Oxystearinsäure in ein festes Produkt von immerhin begrenztem Werte, die Isoölsäure zu überführen. Eine Härtung neutraler Öle lag überhaupt außerhalb der technischen Möglichkeiten. Ein praktisch beschreibbarer Weg wurde erst durch die Arbeiten von *Sabatier* und *Senderens* gewiesen, denen es gelang, unter Benutzung von fein verteiltem Nickel als Katalysator Wasserstoff an Doppelbindungen anzulagern. Sie vermochten Ölsäuredämpfe auf diese Weise zu hydrieren, doch führten ihre Versuche zu keinem technischen Ergebnis. Es war dem Deutschen *Normann* vorbehalten — er ist gegenwärtig der technische Leiter der Germania-Werke in Emmerich am Rhein, der zurzeit bedeutendsten Fetthärtungsanlage —, eine technisch brauchbare Form der Fetthärtung zu finden. Der wesentliche von ihm erzielte Fortschritt bestand darin, daß er die Möglichkeit zeigte, Wasserstoff an flüssige Fettstoffe ohne Verdampfung anzulagern. Damit war das bisher unbewältigte Problem der Härtung neutraler

Öle gelöst. Leider fand die Normannsche Erfindung in der deutschen Industrie nicht die verdiente Beachtung. Das Verfahren wurde deshalb von einem englischen Konzern erworben und gelangte dann erst auf dem Umwege über Holland bei uns zur technischen Realisierung. Dieser Fall bildet ein Schulbeispiel dafür, daß bei uns diejenigen Industrien, welche aus der Handwerkserei hervorgegangen sind, noch in neuester Zeit des weiten Blickes und der Großzügigkeit ermangelten, welche Vorzüge in Deutschland anscheinend mehr bei denjenigen Industrien entwickelt sind, die wie die Farbenindustrie überhaupt erst auf Grund wissenschaftlicher Forschung ins Leben getreten sind: In England dagegen ist praktischer Blick und kaufmännischer Unternehmungsgeist unabhängig von der erreichten Stufe wissenschaftlicher Rationalisierung der Industrie, und so sehen wir bei größtem Empirismus die Entwicklung wahrhaft bewundernswerter Großunternehmungen, welche ohne die dem Deutschen eigne prinzipielle Wertung der Wissenschaft doch von Fall zu Fall von den Ergebnissen dieser Wissenschaftlichkeit profitieren, sofern sie eben lukrativ erscheinen. Hoffentlich beherzigt man in Deutschland die bittere Lehre, welche der industrielle Werdegang der Fetthärtung in sich birgt.

An die Übersicht der wissenschaftlichen Arbeiten über Fetthärtung schließt *Fahrion* eine Zusammenstellung der Patentliteratur. Neben der Benutzung fein verteilten metallischen Nickels hat die Technik auch die Anwendung von organischen Nickelsalzen (*Wimmer-Higgins*) und von Nickeloxyd (*Erdmann-Bedford*) aufgenommen. Es ist strittig, ob diese Substanzen als solche wirken oder erst nach Zersetzung und der Bildung von metallischem Nickel. Der Streit zwischen den Inhabern dieser verschiedenen Verfahren ist noch nicht abgeschlossen<sup>1)</sup>. Völlig unabhängig von dem Nickelpatent ist dagegen die Katalyse durch Edelmetalle, wie Platin und Palladium, welche trotz der Kostspieligkeit des Katalysators in der Speisefettindustrie Verwendung zu finden scheinen.

Ein weiteres Kapitel unterrichtet über die physikalischen und chemischen Eigenschaften der gehärteten Fette, welche besonders für den chemischen Analytiker von Interesse sind. Durch die Fetthärtung sind die bisherigen analytischen Grundlagen zur Identifizierung eines Fettes vollkommen über den Haufen geworfen worden. Man kann ein Öl, je nachdem man die Wasserstoffzufuhr früher oder später unterbricht, in Produkte von beliebigem Schmelzpunkt und beliebiger Jodzahl verwandeln. Die proteusartige Verwandelbarkeit der gehärteten Öle stellt die analytische Chemie vor ganz neue Probleme und gibt den Anreiz zu äußerster Verfeinerung ihrer Methoden.

Im 4. Kapitel behandelt *Fahrion* schließlich die mannigfaltige Verwendung der gehärteten Fette in der Seifenindustrie, Stearinindustrie, Speisefettindustrie usw. Es kann hier auf diese rein technischen Fragen nicht weiter eingegangen werden. Immerhin sei auf die immense Bedeutung der Tatsache hingewiesen, daß es durch die Härtung möglich ist, die widerwärtig riechenden Trane und Fischöle, die bisherigen Parias des Fettwarenmarktes, in geruchlose, schön weiße Fette umzuwandeln, deren Eignung zum menschlichen Genuß gegenwärtig weniger aus sachlichen Gründen als aus Gefühlsmomenten bestritten wird. Die Praxis scheint über diese Diskussionen zur Tagesordnung überzugehen, denn es ist bekannt, daß

<sup>1)</sup> Vgl. z. B. Chemikerzeitung 1915, S. 576.

ausländische Fabriken feinsten gehärteten Walfischtran in großem Umfange zu Kunstseisefett verarbeiten.

Das Fahrionsche Buch bietet einen interessanten und maßgebenden Einblick in eins der erfolgreichsten Gebiete chemischer Technik. Es verdient auch von solchen Lesern beachtet zu werden, welche nicht in unmittelbaren praktischen Beziehungen zur Fettindustrie stehen.

F. Goldschmidt, Wilmersdorf.

**Plimmer, R. H. A., Die chemische Konstitution der Eiweißkörper.** Nach der 2. Auflage des englischen Originals deutsch herausgegeben von J. Matula. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1914. X, 276 S. und 5 Abbildungen. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 9,—.

Dieses *Emil Fischer* gewidmete Werk enthält eine übersichtliche, gerade in bezug auf die Konstitution der einfachen und höheren Aminosäuren und ihrer Verkettung durchaus moderne Darstellung des chemischen Verhaltens der Eiweißkörper. In geschickter Weise ist auch die historische Entwicklung des Gebietes und die verwendete Methodik in die Schilderung verwoben. Die Einteilung des Stoffes ist eine ebenso natürliche als durchsichtige: I. Zerlegung des Eiweißmoleküls durch Hydrolyse, Gewinnung der Aminosäuren aus demselben; II. Konstitutionsbestimmung der Aminosäuren und Synthese derselben; III. Synthese der Eiweißkörper, Herstellung der Polypeptide und Beschreibung ihrer Eigenschaften. Den Abschluß dieses Kapitels bilden die jüngsten Ansätze zur Bestimmung der Struktur eines Eiweißkörpers, insbesondere der Art und Aufeinanderfolge der Verkettung seiner Bausteine.

Die knappe, sachliche Form, die klare Gliederung des Stoffes, die zahlreichen Tabellen und die vollständige Literaturübersicht machen das Werk zu einer der handlichsten und besten Einzeldarstellungen des konstitutiven Teiles der Eiweißchemie und sichern demselben unter Chemikern und Biologen die günstigste Aufnahme. Die deutsche Übersetzung ist einwandfrei.

W. Pauli, Wien.

#### Gmelin-Krauts Handbuch der anorganischen Chemie.

Siebente gänzlich umgearbeitete Auflage. Unter Mitwirkung hervorragender Fachgenossen herausgegeben von C. Friedheim † und F. Peters. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung. Lieferung 161 bis 184 (1913/15). Subskriptionspreis des Heftes M. 1,80; Einzelpreis M. 3,—.

Mit dem Erscheinen der Lieferungen 161—184 ist dies Hauptwerk des anorganischen Chemikers (s. diese Zeitschr. Bd. 1, S. 125) seiner Vollendung wieder einen guten Schritt näher gerückt.

Band V, 2 (*Silber, Gold, Quecksilber*), dessen Druck bereits 1908 begonnen hatte, liegt jetzt abgeschlossen vor; umfangreiche Nachträge sorgen dafür, daß auch die neuere Literatur bis Ende 1913 hier aufgefunden werden kann. — Fortgesetzt wird in Bd. VI *Niob und Tantal*, während Band V, 3 neu begonnen wurde, der die *Platinmetalle* enthalten soll. Außer diesen fehlen jetzt nur noch *Blei, Eisen* sowie die *seltenen Erden* im engeren Sinne.

Gegenüber dem bereits Erschienenen ist dies nur ein kleiner Teil, und es ist deswegen an der Zeit, auch an dieser Stelle etwas ausführlicher auf ein Werk hinzuweisen, das schon als Organisations- und Arbeitsleistung allgemeineres Interesse beansprucht.

Die erste Auflage erschien 1817—1819 in Frankfurt am Main als „Handbuch der theoretischen Chemie von L. Gmelin“ in 3 schmächtigen Bänden, die physikalische Lehren, allgemeine Chemie, Chemie der unwägbaren Stoffe und als Hauptteil eine Beschreibung der damals bekannten anorganischen (800 S.) und organischen Stoffe enthielt. — Der Erfolg muß stark gewesen sein, denn bereits 1827 kam die dritte Auflage in vier Bänden heraus, von denen die reine anorganische Chemie 1240, die organische Chemie 1638 S. umfaßt. In der 4. Auflage, die 1843—59 in Heidelberg unter dem Titel „Handbuch der Chemie“ erschien, nimmt die organische Chemie bereits den größten Raum ein; aber die Lebenskraft des Gmelinschen Systems für diesen Teil war erschöpft, die folgenden Neubearbeitungen umfassen nur noch die *anorganische Chemie*. Von dieser erschien die fünfte Auflage 1852—1853, die sechste unter Mitwirkung von *Kraut, Jörgensen, Cleve* u. a. von 1872 bis 1897. Von der jetzt vorliegenden siebenten Auflage die zuerst C. Friedheim organisierte, nach dessen Tode (1909) F. Peters die Leitung übernahm, wurden die ersten Teile 1905 ausgegeben; die bisher vollendeten Bände umfassen etwa 10 500 S. großen Formates mit sehr engem Druck; zu erwarten sind vielleicht noch 2000—3000 Seiten.

Das von L. Gmelin aufgestellte rein formale, aber brauchbare System der anorganischen Chemie hat sich in diesem Handbuch ein Jahrhundert lang erhalten, und auch die Art der Darstellung ist nur wenig verändert. Nach der Absicht von Friedheim sollte das Werk „nicht etwa aus einem konservativen Hange heraus oder aus falsch verstandener Pietät“ auch in der neuen Bearbeitung bleiben, was es bis dahin gewesen: „ein zuverlässiges Quellenwerk für den reifen Chemiker bei seinen wissenschaftlichen und praktischen Arbeiten, welches unabhängig von bestimmten Theorien sämtliche anorganische Verbindungen, welche jemals dargestellt worden sind, vollständig und übersichtlich verzeichnet, jeden instand setzt, sich über die fleißige Arbeit von vielen Tausenden zu unterrichten, die Richtigkeit des Mitgeteilten selbst zu prüfen und selbst zu entscheiden, was nach seiner Ansicht falsch, was richtig ist.“ — „Die objektive Berichterstattung, — die Ausschaltung jeder elementaren Auseinandersetzung sollte auch das Leitmotiv der neuen Auflage sein.“ (Vorrede zu Band I, 1.)

Es ist hier nicht der geeignete Ort, um dies Programm und seine Durchführung in den Einzelheiten zu prüfen und zu beleuchten; nur einen Punkt möchte ich herausgreifen, der vermutlich auch in der Literatur anderer Wissenschaften eine wesentliche Rolle spielt: die „objektive Berichterstattung“.

Man kann es verstehen, wenn der experimentierende Naturforscher aus der Mitte des 19. Jahrhunderts, der noch den öden Gelehrtenzank früherer Zeiten kennen gelernt hatte, eine tiefe Abneigung gegen alle Kritik empfand, die sich nicht auf Erfahrungen stützte. Ihm brachte die Arbeit täglich Überraschungen, wie sollte er sich da nicht auflehnen gegen Zweifel an seinen Beobachtungen, gegen ihre Umdeutung im Sinne bestimmter Theorien, gegen den Zwang eines Systems! Die Systeme wechselten, die Theorien änderten sich; aber die richtigen Beobachtungen blieben und behielten ihren Wert. So setzte sich allmählich der Grundsatz fest, daß eine Kritik ohne Begründung durch Versuche unberechtigt und wertlos sei; und so konnte es kommen, daß der Verfasser eines Handbuchs sich seiner objektiven Berichterstattung rühmte. Sicher haben solche Anschauungen auch heute noch ihre weitgehende Be-

rechtigung, doch nicht in dem Sinne und Umfang, wie C. Friedheim sie deutete und anwenden ließ.

Die Chemie besitzt jetzt einen so reichen Schatz allgemeiner Gesetze, daß man in zahlreichen Fällen auch ohne eigene Versuche in der Lage ist, Beobachtungsergebnisse auf ihre Richtigkeit zu prüfen; diese Kritik, die sich nicht auf Theorien, sondern auf Gesetze stützt, gehört in jedes Handbuch. Nicht deswegen erscheint mir die kritische Bearbeitung des Stoffes so wichtig, weil sie ein paar armselige Formeln oder einige hundert falsche Messungen „aus der Literatur zu streichen“ gebietet, auch nicht deswegen, weil sie einen unberatenen Doktoranden vor Schnitzern in seiner Dissertation bewahren könnte, sondern weil sie der sicherste Weg ist, den Stoff zu gruppieren und auszuschießen, Wichtiges und Unwichtiges in das richtige Verhältnis zu setzen, kurz, in der Kompilation wirklich wissenschaftliche Arbeit zu leisten. Wer gezwungen ist, jede Beobachtung kritisch zu betrachten, ihre Übereinstimmung mit den vorhandenen Gesetzen zu prüfen, muß vergleichen und ordnen; dann zeigen sich Beziehungen, die beim bloßen Registrieren verborgen bleiben, man sieht, wie der eine auf den Schultern des anderen steht, die bedeutsamen Fortschritte tauchen aus der Handwerksarbeit hervor und die gewissenhafte, sachkundige Forschung stellt die flüchtige Beobachtung in den Schatten. Wer einmal den Versuch gemacht hat, sich nach einem objektiven Handbuch in die Literatur eines schwierigen und verwinkelten Gebietes einzuarbeiten, wird meine Erfahrungen bestätigen: Verwirrung und Widersprüche rühren meist nicht daher, daß ein Teil der Beobachtungen falsch ist, sondern sie entstehen aus mangelhafter Bestimmtheit oder Erkenntnis der Versuchsbedingungen, auch wohl aus einseitiger Deutung der Tatsachen und vielfach leider durch unzulängliche, mißverständene oder mißverständliche Referate. Nimmt man sich die Mühe, die ursprünglichen Versuchsergebnisse selbst durchzusehen, und gelingt es, aus ihnen die für den Ablauf der fraglichen Erscheinungen wichtigen Faktoren zu erkennen, so lassen sich meist unter Benutzung allgemeiner Gesetze Verwirrung und Widerspruch lösen; eine Beobachtung reiht sich zwanglos an die andere und in ihrer Gesamtheit liefern sie ein plastisches Bild der tatsächlichen Verhältnisse.

Dies Ziel zu erreichen, scheint mir ein wesentlicher Teil der Aufgabe bei der Bearbeitung eines Handbuches, der neben der fleißigen Registrierarbeit nicht vernachlässigt werden darf. Der wissenschaftliche Wert solch kritisch-ordnender Arbeit ist ohne weiteres klar; ihre praktische Bedeutung liegt darin, daß sie den Benutzern eines solchen Werkes viel Zeit und Nachdenken erspart.

Glücklicherweise ist nun auch im Gmelin die objektive Berichterstattung trotz der angeführten programmatischen Erklärung nicht so weit gegangen, daß diese Forderungen gänzlich vernachlässigt würden. Man wird wohl kaum eine Beobachtung angeführt finden, die dem Gesetz von der Konstanz der Materie widerspricht; aber bereits in der Anwendung der stöchiometrischen Grundgesetze herrscht vielfach große Milde: zahlreiche undefinierte Zufallsprodukte sind als „Verbindungen“ beschrieben. Es wäre eine Wohltat gewesen, wenn die Bearbeiter ihre tiefere Kenntnis des Stoffes zu bescheidener Kritik verwertet hätten. Das gilt besonders auch für die Anwendung zahlreicher erst neuerdings erschlossenen Gesetze der physikalischen Chemie, die in sehr vielen Fällen Mittel an die Hand gegeben hätten,

die Spreu vom Weizen zu sondern, was selbst dem objektiven L. Gmelin sehr wünschenswert schien (Vorrede zur 3. Auflage). Dabei braucht nicht einmal die Spreu gänzlich verloren zu gehen; wichtig ist nur, daß sie für sich gehalten wird und auf den ersten Blick nach ihrem Wert einzuschätzen ist.

Bei einem Werke mit so zahlreichen Mitarbeitern können diese Bemerkungen natürlich nur mit sehr starken Abstufungen gelten; es sind im neuen Gmelin ganz vorzüglich gelungene Kapitel, es steckt darin sehr viel ehrliche, gewissenhafte Arbeit, aber es sind leider auch einige Teile vorhanden, die selbst im Sinne des oben besprochenen Programmes nicht ausreichend sind. Hieraus darf jedoch den Herausgebern kein Vorwurf gemacht werden: das Talent, ein Handbuch gut zu schreiben, ist von ganz besonderer Art, ebenso wie die Fähigkeit zur selbständigen Forschung oder zum Unterrichten, und bei der Auswahl der Mitarbeiter werden nur selten genügend Kriterien zur Prüfung auf jenes besondere Talent vorhanden sein.

An dem wiederholt geäußerten Gesamturteil, daß auch die siebente Auflage des Gmelinschen Handbuches eine hervorragende Leistung ist, können die ange deuteten grundsätzlichen und einzelnen Mängel natürlich nichts ändern.

Die Zeit, wo es Aufgabe des anorganischen Chemikers war, möglichst viele neue Verbindungen herzustellen, scheint vorüber zu sein; jetzt kommt es darauf an, die Beziehungen der Stoffe klarzustellen, die allgemeinen Bedingungen ihrer Umwandlungen zu erforschen und zahlenmäßig darzustellen. Eine gut begründete Theorie ist vorhanden; sie muß den Mörtel bilden für den einheitlichen Neubau der anorganischen Chemie, der früher oder später geschaffen werden muß. Gelingt es dem Gmelinschen Handbuch, bei der in nicht allzulanger Zeit zu erwartenden neuen Bearbeitung mit der Entwicklung der Wissenschaft gleichen Schritt zu halten, so darf man ihm wohl noch eine lange Lebensdauer voraussagen. J. Koppel, Berlin-Pankow.

**Förster, Fritz, Elektrochemie wässriger Lösungen.** Zweite Auflage. (Bd. 1 aus „Handbuch der angewandten physikalischen Chemie“, herausgegeben von G. Bredig.) Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1915. XVIII, 804 S. und 186 Abbildungen. Preis geh. M. 30.—, geb. M. 31.50.

In einer Besprechung von „E. Müller, Elektrochemisches Praktikum“ (Die Naturwissenschaften 1. 867) habe ich darauf hingewiesen, daß die Elektrochemie sich aus der Sonderstellung, die sie eine Zeit lang einzunehmen strebte, allmählich herausbegeben und dem Rahmen der übrigen chemischen Wissenschaften mehr und mehr eingefügt hat.

Diese Entwicklung kennzeichnete F. Förster frühzeitig im Vorwort zur ersten Auflage seiner „Elektrochemie wässriger Lösungen“ (1905) mit den folgenden Worten: „Die überschwänglichen Hoffnungen, mit welchen nach den ersten Erfolgen der zukünftigen Gestaltung der elektrochemischen Technik entgegengesehen wurde, haben durch die inzwischen erlangte sichere Beurteilung vieler solcher Prozesse ihre sachgemäße Beschränkung erfahren, und die Weiterentwicklung dieser Technik ist in ein ruhigeres, darum aber erfolgreicheres Stadium getreten. Nicht eine von Grund aus umgestaltende, sondern eine ausgestaltende Rolle ist es, und wird es in der nächsten Zukunft sein, wie man heute klar sieht, welche der Elektrochemie in der chemischen Technik zufällt.“



Die erfolgreiche stetige Entwicklung elektrochemischer Forschung und Industrie in den letzten zehn Jahren hat dies besonnene Urteil völlig bestätigt, und so konnte Förster in der—jetzt vorliegenden 2. Auflage auf der alten sicheren Grundlage weiterbauen. Der Umfang des Buches ist natürlich gewachsen; viele Einzelheiten mußten erneuert werden und auch mancherlei Erweiterungen erwiesen sich als notwendig.

Der einleitende Abschnitt (Kap. 1; z. T. von G. Brion bearbeitet) behandelt die *elektrische Energie* und den *Gleichstrom*; es folgen dann: das *Faradaysche Gesetz* (Kap. 2 u. 3, Lösungs- und Dissociationstheorie), *Wanderung der Ionen* (Kap. 4), *Badspannung* und *Energicausbeute* (Kap. 5), *Widerstand von Elektrolyten* (Kap. 6) und die neuerdings technisch viel verwendete *Elektrosmose* (Kap. 7). *Erzeugung elektrischer Energie in galvanischen Elementen* (Kap. 8) ist der wichtige und umfangreiche Abschnitt überschrieben, welcher ausführlich die osmotische Theorie der galvanischen Stromerzeugung, die Einzelpotentiale von Metallen, Metalloiden, sowie Oxydations-Reduktionsvorgängen, die Geschwindigkeit elektrochemischer Reaktionen, aber auch die praktisch gebrauchten Primärelemente und die wichtigsten Sekundärelemente behandelt. Die *allgemeine Theorie der Elektrolyse* (Kap. 9) ist hauptsächlich den Erscheinungen der Polarisierung gewidmet, die bei der *elektrolytischen Entwicklung von Wasserstoff und Sauerstoff* (Kap. 10) näher verfolgt werden.

Zu wichtigen technischen Gebieten leitet über die *spezielle Elektrochemie der Metalle* (Kap. 11), in der die kathodische Abscheidung und die anodische Auflösung von Metallen (einschließlich der Passivitätsercheinungen) ihre Deutung finden. Die *Anwendung der Elektrochemie der Metalle* (Kap. 12) vollzieht sich auf drei getrennten Gebieten, bei der quantitativen Bestimmung der Metalle, bei der Galvanoplastik und Galvanostegie und endlich in der Elektrometallurgie; ihrer praktischen Bedeutung entsprechend erfahren sie alle eine eingehende Behandlung.

Der folgende Abschnitt (Kap. 13) ist der *elektrolytischen Reduktion* gewidmet, deren vielseitige Verwendbarkeit bei anorganischen und organischen Stoffen bekanntlich mehr der wissenschaftlichen Entwicklung als der Technik gedient hat. Von hervorragender praktischer Bedeutung ist dagegen wieder die *spezielle Elektrochemie der Halogene* (Kap. 14), da sie die elektrolytische Erzeugung von Bleichlaugen, Alkalihydroxyden, Chlor, Chlorat usw. umfaßt. Daß dieses Gebiet, an dessen Erforschung Förster und seine Schüler regsten Anteil genommen haben, eine besonders eingehende Behandlung erfahren hat und einen Höhepunkt der Darstellung bildet, bedarf kaum der Erwähnung. Die *elektrolytische Oxydation* (Kap. 15) beschließt das Werk, in dem auch die Ergebnisse zahlreicher Dissertationen aus dem Dresdener Laboratorium zum ersten Male einem größeren Kreise bekanntgegeben werden.

Wenngleich die „Elektrochemie wässriger Lösungen“ als ein Teil des Handbuches der angewandten physikalischen Chemie erscheint, ist sie doch viel weniger ein Handbuch im üblichen Sinne als vielmehr ein Lehrbuch, und zwar ein ganz ausgezeichnetes. Das Werk ist nicht darauf angelegt, in möglichster Vollständigkeit zusammenzustellen, was bisher über die Elektrochemie wässriger Lösungen geschrieben ist, sondern es beschränkt sich auf das theoretisch und

praktisch Wichtige, bringt dies in einen systematischen Zusammenhang (unter Berücksichtigung pädagogischer Gesichtspunkte) und ermöglicht es — ohne anderweitige Hilfsmittel und ohne besondere Vorstudien — ein volles Verständnis auch der verwickelten elektrochemischen Vorgänge zu erreichen.

Da das Rückgrat des Werkes die Darstellung der angewandten Chemie ist, so kann man bei oberflächlicher Betrachtung wohl gelegentlich auf den Gedanken kommen, es sei etwas reichlich Theorie vorhanden; mir scheint aber, der Verfasser ist dem schönen Wort „die beste Praxis ist die Theorie“ gefolgt, und er hat damit wohl das Richtige getroffen. Gewiß ist auch viel gute elektrochemische Arbeit auf empirischem Wege geleistet worden; wer aber wollte leugnen, daß gerade auf diesem Gebiet die theoretische Forschung praktische Erfolge erschlossen hat und in steigendem Maße anbahnt.

Was mir das Förstersche Buch so besonders wert macht, ist die Klarheit, Abrundung und Einheitlichkeit seiner Darlegungen, die geistvolle Gruppierung und Verknüpfung des fast unübersehbaren Tatsachenmaterials, das vornehm-sachliche Urteil, und nicht zuletzt die wahrhaft allgemein verständliche Sprache. Auch diese muß hervorgehoben werden, denn es gibt Jünger der Elektrochemie, die ihre Sache so hoch stellen, daß sie ihre Darlegungen im Laboratoriumsjargon nur an die Eingeweihten richten; das profanum vulgus mag dann sehen, wie es sich die Geistes-schätze erobert. Auch Förster ist sicherlich im besten Sinne Elektrochemiker; aber er ist daneben auch Lehrer, und es genügt ihm nicht, die Dinge in ihrem ganzen Umfang zu beherrschen, er fühlt die Pflicht, sein Wissen so vorzubringen, daß auch diejenigen daran teilnehmen können, die nicht das Glück hatten, in den maßgebenden elektrochemischen Laboratorien ihre Ausbildung zu genießen.

Von allen wissenschaftlich-schriftstellerischen Arbeiten ist wohl die Abfassung eines Lehrbuches im Umfange und Geiste des Försterschen die mühe- und entsagungsvollste; sie erfordert neben umfangreichen Quellenstudien die eindringendste kritische Verarbeitung des Materials, von dem zuletzt doch nur ein verhältnismäßig kleiner Teil dem Leser dargeboten werden kann. Für diese zum Nutzen der Allgemeinheit geleistete Arbeit dem Verfasser zu danken, erscheint mir eine angenehme Pflicht, und dem Dank sei noch der Wunsch hinzugefügt, daß die allgemeine Anerkennung in einer schnellen Folge neuer Auflagen ihren Ausdruck finde.

J. Koppel, Berlin-Pankow.

**Le Blanc, M., Lehrbuch der Elektrochemie.** Sechste vermehrte Auflage. Leipzig, O. Leiner, 1914. VIII, 352 S. und 31 Figuren. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 9,—.

Das Lehrbuch von Le Blanc, von dem bereits die sechste Auflage vorliegt, ist zu bekannt, als daß eine besondere Empfehlung notwendig wäre. Für die Einführung in das Gebiet der Elektrochemie wird es seit langem mit Vorliebe benutzt. Wie in den früheren Auflagen, sind auch diesmal die neuesten Fortschritte berücksichtigt, so daß das Buch auch dem Fachmann zur Orientierung über den jetzigen Stand der wichtigsten Probleme der Elektrochemie dienen kann.

K. Fajans, Karlsruhe.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 36.

3. September 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Paul Ehrlich †.

Über den rhythmischen Verlauf pflanzlicher Lebensvorgänge. Von *Prof. Dr. H. Kniep, Würzburg*. S. 462.

Das Leben im Schlamm. Von *Prof. Dr. Ernst G. Pringsheim, Halle*. S. 467.

Kleine Mitteilungen. S. 470—471.

Die Wasserversorgung von Antwerpen während

der Belagerung. Ein neues Filterverfahren  
Eine neue Bauart für Gasbehälter. Ein neuer  
Kohlenoxyd-Luftprüfer.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen  
Gesellschaft. S. 471, 472.

Annalen der Physik. S. 472.

Physikalische Zeitschrift. S. 472.

## Projektions-Apparate Liesegang

Man verlange  
Listen!



Neu!

Hochkerziges

Neu!

## GLOBOSCOP

entwirft scharfe, helle Lichtbilder nach jedem Papierbild. An jede elektrische Lichtleitung anzuschließen.

Proj.-Apparate für Halbwattlampen!

Lichtbilder vom Kriegsschauplatz!

**Ed. Liesegang, Düsseldorf**

Brieffach 124

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

## Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

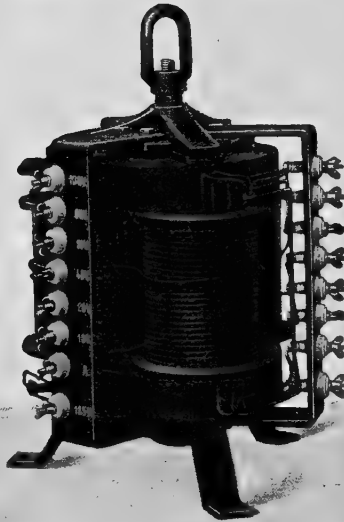
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 28 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

# Siemens & Halske A.-G.

## Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Experimentiertransformator zum Anschluß an Drehstrom und zur sekundären Entnahme von 100, 80, 60, 40, 30, 20 und 10 Volt Dreh- bzw. Wechselstrom

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Die experimentelle Chemotherapie der Spirillosen

(Syphilis, Rückfallfieber, Hühnerspirillose, Frambösie)

Von

**Paul Ehrlich und S. Hata**

Mit Beiträgen von

H. J. Nichols-New-York, J. Iversen-St. Petersburg, Bitter-Kairo und Dreyer-Kairo  
Mit 27 Textfiguren und 5 Tafeln

Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 7.—

### Inhalt:

Vorwort von P. Ehrlich. — Experimentelle Grundlage der Chemotherapie der Spirillosen von S. Hata. — Vorläufige Mitteilung über die Wirkung der Ehrlichschen Substanz „606“ auf Spirochaeta Pertenuis im Tierkörper von H. J. Nichols. — Chemotherapie des Recurrens von J. Iversen. — Kurze Mitteilung über die im „Cairo Infectious Hospital“ behandelten Fälle von Rückfallfieber von Bitter und Dreyer. — Zusammenfassende Schlußbemerkungen von P. Ehrlich.

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

3. September 1915.

Heft 36.

Am 20. August ist

## Paul Ehrlich

gestorben, nur wenige Monate nach der Vollendung seines einundsechzigsten Lebensjahres. Kaum jemals hat ein einzelner Sterblicher eine so große Reihe wissenschaftlicher Entdeckungen von so weit reichender Bedeutung gemacht wie er — Entdeckungen, die seinem Blick den Weg in unbekannte Tiefen der Natur wiesen und ihm Ordnung und Gesetzmäßigkeit enthüllten, wo die größten seiner Fachgenossen nur ein unentwirrbares Chaos gesehen hatten — Entdeckungen, die oft nur den Wunsch nach Erkenntnis zu befriedigen schienen, und die ihr Urheber dennoch in den Dienst der Heilkunde zu stellen wußte, weil sich vor seinem Blick alle bisherigen Vorstellungen vom Wesen der biochemischen Erscheinungen segenbringend umgestaltet hatten. Wenn der Fortschritt der Menschheit an der stetig wachsenden Herrschaft des Geistes über feindliche Naturgewalten gemessen werden darf, dann hat Paul Ehrlich den Fortschritt der Menschheit gefördert, wie es das Geschick nur den Auserwählten vergönnt hat.

Als der Entdecker des Heilmittels, das seinen Namen zu einem der bekanntesten gemacht hat, hat er die allgemeine Bewunderung und Anerkennung gefunden. Aber nicht immer ist es so gewesen. Der Große wird von dem Kleinen mit Notwendigkeit verkannt, und so wurden die Vorstellungen, die Paul Ehrlich sich über das innere Wesen der Vorgänge gebildet hatte, und die ihm den Weg zu seinen viel bewunderten Entdeckungen wiesen, anfangs kaum beachtet, kaum verstanden und als Wunderlichkeiten beiseite geschoben. Gewiß kann eine *einzelne* bemerkenswerte Entdeckung auch durch einen glücklichen Zufall herbeigeführt worden sein und beweist nicht immer, daß der Gedankengang, durch den der Entdecker dazu gelangt ist, richtig ist. Aber eine so große Reihe weitreichender Entdeckungen, wie Paul Ehrlich sie aufzuweisen hat, kann nur aus Vorstellungen entsprungen sein, deren Wurzeln tief in den Mutterboden der Wahrheit hinabreichen. Es bleibt ein unvergeßbares Verdienst Friedrich Althoffs, zu einer Zeit, da Ehrlich noch hart um die Anerkennung seiner Anschauungen zu kämpfen hatte, in ihm den Genius erblickt zu haben, den schließlich auch die Welt in ihm erkennen sollte, und ihm seine Hilfe geliehen zu haben. Ein gütiges Geschick hat der Menschheit den großen Forscher wenigstens so lange erhalten, bis er, an der Spitze der für seine Forschungen geschaffenen Anstalten, seine Anschauungen zum Siege geführt hatte.

\*

Eine Vorstellung der alten Völker — so ist bei Goethe zu lesen — ist ernst und kann furchtbar erscheinen. Sie dachten sich ihre Vorfahren in großen Höhlen, ringsumher auf Thronen sitzend in stummer Unterhaltung. Dem Neuen, der hereintrat, wenn er würdig genug war, standen sie auf und neigten ihm einen Willkommen.

Die Vorfahren sind die Großen, deren Verdienste um die Menschheit in das Buch der Ewigkeit eingetragen sind. Dem jetzt Hereintretenden werden sie sich in tiefster Ehrfurcht neigen.

## Über den rhythmischen Verlauf pflanzlicher Lebensvorgänge<sup>1)</sup>.

Von Prof. Dr. H. Kniep, Würzburg.

Wie bei den Tieren, so gibt es auch bei den Pflanzen eine große Reihe von Lebenserscheinungen, die einen rhythmischen Verlauf zeigen. Beispiele dafür sind: die Ruheperiode der Bäume, das periodische Öffnen und Schließen vieler Blüten, die Schlafbewegungen (nyktinastischen Bewegungen) der Blätter, die periodische Entleerung der Fortpflanzungszellen bei vielen Algen, die Periodizität des Wachstums und der Kernteilungen u. v. a. Bei der Erklärung aller dieser Vorgänge spielt die Frage eine Hauptrolle: ist die Rhythmik eine innere, in der pflanzlichen Organisation gegebene (autonome) Erscheinung oder ist sie durch parallel laufende, rhythmische Änderungen der Außenbedingungen im Individuum induziert (aitiogen)? Mit anderen Worten würde das heißen: ist die Periodizität gewisser Vorgänge eine erblich überkommene Eigenschaft der Pflanze oder wird sie jedesmal im Individuum unter dem Einfluß der Außenwelt neu erworben?

Gerade hinsichtlich der *Ruheperiode der Bäume* ist diese Frage in neuester Zeit eifrig diskutiert worden. Wir wollen daher mit einer kurzen Besprechung dieser Erscheinung beginnen. Die Beobachtung in der Natur in unseren Breiten lehrt folgendes: Im April oder Mai, bei einigen Bäumen oder Sträuchern schon etwas früher, beginnt das Austreiben der Knospen. Die fortgesetzte Blattentwicklung hält nicht während des ganzen Sommers an, hört vielmehr bei vielen Bäumen bereits im Frühsommer, also lange ehe der Baum sein Laub abwirft, auf. Während des Winters ist der Baum kahl und zeigt äußerlich keine Veränderungen, er „ruht“. Die nähere Untersuchung zeigt allerdings, daß die winterliche Ruhe keineswegs eine absolute ist. So hat man festgestellt, daß Stoffumwandlungen im Innern des Baumes vor sich gehen (Abnahme der Stärke und Zunahme des Zuckers [A. Fischer 1890, Niklewski 1905]), auch die Atmung steht keineswegs still, es findet vielmehr ein dauernder Substanzverlust durch Oxydation statt (Simon 1906). Der Begriff der Ruhe bedarf also zunächst einer näheren Präzisierung. Es soll darunter das Ausbleiben des Treibens, also des Sproßwachstums und der Blattenfaltung verstanden werden. Nach dem oben Gesagten würde somit die Periode der Ruhe bei vielen unserer einheimischen Laubbäume schon im Sommer beginnen und im nächsten Frühjahr enden. Neben der Periodizität des Treibens zeigen die Laubbäume noch eine andere Periodizität, die aber mit der ersteren nur in mittelbarem Zusammenhang steht, die Periodizität des Laubfalls.

<sup>1)</sup> Etwas erweiterte Form eines in der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg am 25. Februar 1915 gehaltenen Vortrags.

Da das Austreiben der Bäume, der Nadel- wie der Laubbäume, und der Laubfall der letzteren in unseren Breiten an bestimmte Jahreszeiten geknüpft ist, so liegt es nahe, die Veränderungen der klimatischen Bedingungen für das Eintreten dieser Erscheinungen verantwortlich zu machen. Die Temperaturänderungen, die Beleuchtungsverhältnisse und die Beschaffenheit des Bodens und der Atmosphäre sind die Faktoren, an die wir hier in erster Linie denken könnten. Für den Stillstand des Treibens, der, wie erwähnt, bei vielen unserer Laubbäume schon im Frühsommer erfolgt, also unter Vegetationsbedingungen, die wir als günstige kennen, ist eine so einfache Erklärung nicht möglich, es ist aber von vornherein nicht ausgeschlossen, daß auch für ihn in letzter Linie äußere Bedingungen ausschlaggebend sind.

Ein ganz anderes Bild gewinnen wir, wenn wir die periodischen Erscheinungen der Bäume in den Tropen berücksichtigen, namentlich in solchen Tropengebieten, wo keine ausgesprochenen Trockenperioden herrschen<sup>1)</sup>. Die Forscher, welche diese Verhältnisse näher untersucht haben, sind fast alle zu dem Ergebnis gelangt, daß äußere Faktoren nicht das allein Ausschlaggebende für das Zustandekommen der Periodizität sein können. Sie nehmen vielmehr eine in der inneren Organisation der Pflanze begründete (autonome) Periodizität an, die höchstens durch die Außenbedingungen modifiziert werden kann<sup>2)</sup>. Von den Tatsachen, die für diese Ansicht ins Feld geführt werden, seien folgende genannt: Auch in Klimaten, in denen Temperatur und Feuchtigkeitsverhältnisse während des ganzen Jahres sehr gleichmäßig sind (wie im Hochgebirge Westjavas), zeigen fast alle Bäume eine ausgesprochene Periodizität des Treibens. Bäume, die während des ganzen Jahres im Treiben begriffen sind, sind außerordentlich selten. Häufiger ist eine dauernde Belaubung, die daher rührt, daß oft das alte Laub noch nicht abgefallen ist, während das neue sich schon ganz oder z. T. entwickelt hat. Ein regelmäßiges Zusammenfallen des Treibens mit bestimmten Jahreszeiten, wie das bei uns der Fall ist, läßt sich in dem gleichmäßigen Gebirgsklima Westjavas nicht konstatieren. In jeder Jahreszeit können wir treibende und ruhende Bäume zugleich beobachten. Nach den Untersuchungen von Volken (1912) und Simon (1914) gibt es Tropenbäume, die in verschiedenen Jahren ihre Belaubung zu ganz verschiedenen Jahreszeiten vornehmen. Besonders merkwürdig ist die schon

<sup>1)</sup> Während der Trockenzeit pflegen die Tropenbäume im allgemeinen zu ruhen, während sie in der Regenzeit treiben. Davon gibt es allerdings Ausnahmen. Smith (1909) gibt an, daß in Ceylon die immergrünen Bäume während der Trockenzeit treiben.

<sup>2)</sup> So Schimper (1898), Pfeffer (1901), Wright (1904/05), Späth (1912), Volken (1912), Magnus (1913), Jost (1913), Johannsen (1913 b), Simon (1914) u. a.



längere Zeit bekannte, von neueren Forschern wiederholt bestätigte Erscheinung, daß mehrere dicht nebeneinander stehende Exemplare derselben Art sich hinsichtlich ihrer Ruheperiode ganz verschieden verhalten können. So berichtet z. B. *Simon* (1914 S. 153), daß von vier einander benachbarten Bäumen von *Spondias mangifera* (Anacardiaceae) der eine sich am 7. Januar zu belauben begann, ein anderer etwa am 20. Februar, der dritte Mitte Mai, während der vierte Ende Juni noch kahl war. Sehr bemerkenswert ist ferner, daß zahlreiche Tropenbäume während eines Jahres zweimal, manche sogar noch öfter treiben<sup>1)</sup>. Auch hier läßt sich nicht ohne weiteres feststellen, daß die Außenbedingungen, unter denen das geschieht, sich jeweils parallel gehend verändern. Fügen wir noch hinzu, daß es in den Tropen vorkommt, daß verschiedene Äste ein- und desselben Baumes sich ganz verschieden verhalten, indem der eine völlig kahl, der andere gleichzeitig in voller Belaubung, ein dritter reich mit Blüten geschmückt ist, so läßt sich in der Tat nicht bestreiten, daß die nächstliegende Annahme die ist, die Außenbedingungen spielen für das Zustandekommen der Periodizität nicht die entscheidende Rolle. Es macht vielmehr den Eindruck, als sei eine innere (autonome) Rhythmik vorhanden, eine Rhythmik also, die sich auch unter gewissen, ganz konstanten Außenbedingungen äußern müßte. Dieser Anschauung verleiht *Schimper* (1898 S. 261/262) mit folgenden Worten Ausdruck: „Die tropischen Gewächse sind ebenso wie diejenigen kühler und kalter Zonen der periodischen Abwechslung von Ruhe und Bewegung unterworfen. Wo eine scharfe klimatische Periodizität herrscht, zeigen sich die Funktionen des pflanzlichen Organismus auch in den Tropen von ihr wesentlich beeinflusst. So wirken trockene Jahreszeiten in mancher Hinsicht wie kalte. Je weniger ausgeprägt die Periodizität des Klimas, desto unabhängiger ist die Periodizität in der Pflanze von ihrem Einfluß. Innere Ursachen sind in dem nahezu gleichmäßigen Klima für die Abwechslung von Ruhe und Bewegung vorwiegend oder allein maßgebend. Aufgegeben wird solche Rhythmik jedoch niemals, denn sie ist im Wesen des Organismus und nicht in den äußeren Bedingungen begründet. Ihr Zusammenhang mit den letzteren ist eine sekundäre Erscheinung, eine Anpassung.“

Während die meisten Forscher sich, wie oben bereits erwähnt, dieser Ansicht angeschlossen haben, ist ihr in neuester Zeit *Klebs*<sup>2)</sup> auf das entschiedenste entgegengetreten. Der Standpunkt von *Klebs* läßt sich etwa folgendermaßen kurz charakterisieren: Eine innere, in der pflanzlichen

Organisation begründete (oder, wie *Klebs* sich ausdrückt, auf der spezifischen Struktur beruhende), erblich fixierte Ruheperiode gibt es nicht. Die Entscheidung darüber, ob ein Baum ruht oder treibt, hat in letzter Linie immer die Außenwelt. Es muß daher möglich sein, durch bestimmte Kombination der Außenbedingungen einen Baum zum fortgesetzten Treiben zu bewegen.

Es ist das unbestreitbare Verdienst von *Klebs*, nicht nur mit allem Nachdruck darauf hingewiesen zu haben, daß allein auf experimentellem Wege eine Lösung des Problems zu erwarten ist, sondern auch eine große Reihe außerordentlich wertvoller experimenteller Beiträge zu der Frage geliefert zu haben. Der Ausgangspunkt dieser Versuche ist soeben schon angedeutet worden: es handelt sich darum, Bedingungen ausfindig zu machen, unter denen das Treiben der Bäume fort-dauert und nicht durch Perioden der Ruhe unterbrochen ist. Mit diesem Problem hat sich schon *Sachs*<sup>1)</sup> viel beschäftigt. Sein Schüler *Müller-Thurgau*<sup>2)</sup> hat u. a. nachgewiesen, daß man Kartoffeln im Herbst zum Austreiben bringen kann, wenn man sie, ehe sie in höhere Temperatur übertragen werden, auf 0° abkühlt, wobei eine teilweise Umwandlung der gespeicherten Stärke in Zucker vor sich geht. Alleiniger Aufenthalt in höherer Temperatur führt zu dieser Jahreszeit nicht zum Ziele. In neuester Zeit sind eine große Anzahl von Abhandlungen erschienen, welche sich zur Aufgabe machen, die Ruheperiode der Bäume aufzuheben oder doch wenigstens abzukürzen. Die Frage des sogenannten Frühtreibens hat ja auch ein hervorragendes gärtnerisches Interesse. So ist es *Johannsen* (1906) durch sein bekanntes Ätherverfahren gelungen, den Flieder im August zum Austreiben der Blattachselknospen, im September zur Blüte zu bringen. Es hat sich bei diesen Untersuchungen die theoretisch wichtige Tatsache ergeben, daß die in der Natur beobachtete Ruhezeit in verschiedene Phasen zu zerlegen ist: Bis Ende August bzw. Anfang September befinden sich die Knospen des Flieders im Stadium der sogenannten Vorruhe; sie ist dadurch charakterisiert, daß die inneren Widerstände, die dem Treiben entgegenstehen, noch relativ gering sind und durch das Ätherverfahren, wie obiger Versuch zeigt, überwunden werden können. Im September und Oktober bleibt auch der Äther wirkungslos oder seine Wirkung ist wenigstens bedeutend abgeschwächt. In dieser als Mittelruhe bezeichneten Phase ist also die Austreibfähigkeit sehr stark herabgesetzt. In der Nachruhe, die sich bis in den Dezember erstreckt, kommt die Wirkung des Ätherisierens wieder zur Geltung; wir sehen also, daß hier die dem Austreiben entgegenstehenden inneren Hemmungen bereits im Abklingen begriffen sind. Was die Zeit nach Ende Dezember anlangt, während der im Freien die Knospen des Flieders noch in Untätigkeit

<sup>1)</sup> *Volgens* gibt an (1912, S. 9, 81), daß *Ficus fulva* das Laub dreimal wechseln kann. Nach *Smith* (1909) treibt *Theobroma Cacao* in Ceylon sogar fünfmal im Jahr.

<sup>2)</sup> Vgl. *Klebs* 1903, 1904, 1911, 1912, 1913, 1914, 1915.

<sup>1)</sup> *Sachs* 1882 S. 422 und 1887 S. 345.

<sup>2)</sup> *Müller-Thurgau* 1882 S. 818 f.

verharren, so nennt sie *Johannsen* nicht Ruhe im eigentlichen Sinne, sondern „gezwungene Unwirksamkeit“, weil zu dieser Zeit die klimatischen Faktoren (vor allem die Kälte) die Entwicklung nur zurückhalten und durch Temperaturerhöhung, z. B. durch Übertragen des Flieders in ein warmes Gewächshaus, jederzeit Austreiben erzielt werden kann, was in der eigentlichen Ruhezeit nicht möglich ist.

Zahlreiche andere Methoden zum Fröhrtreiben sind seit Erscheinen der Arbeit *Johannsens* bekannt geworden. Wir beschränken uns hier darauf, das Warmbadverfahren von *Molisch* (1909), die Injektion von Wasser in die zu treibenden Knospen, das Anstechen der Knospen (*Weber* 1911), die Zufuhr von Nährsalzen (*Klebs* 1911, 1915; *Lakon* 1912) zu nennen und werden eine andere Methode gleich noch kennen lernen. Die Natur selbst hat in dem trockenen und heißen Sommer 1911 ein Experiment im großen Stile gemacht. Viele Bäume verloren ihr Laub bereits im Sommer und die Knospen, die normalerweise erst im nächsten Frühjahr aufgebrochen wären, begannen im gleichen Sommer sich zu entfalten und entwickelten zum Teil reichblühende Triebe (z. B. die Roßkastanie). Durch künstliche Entblätterung (zuerst angewandt von *Goebel* 1880) kann man in jedem Sommer das gleiche erreichen, aber auch hier zeigt sich, daß der Erfolg nicht jederzeit derselbe ist. Im Frühsommer gelingt es leicht, auf diese Weise das Austreiben der neu angelegten, für die nächste Vegetationsperiode „bestimmten“ Knospen zu veranlassen, von einem gewissen Zeitpunkt im Hochsommer ab, der natürlich im Einzelfall verschieden ist, gelingt der Versuch aber nicht mehr. Auch das beweist also, daß die Ruhe eine tiefere geworden ist.

Der Entblätterungsmethode hat sich auch *Klebs* in vielen seiner zum Teil in den Tropen, zum Teil in Deutschland angestellten Versuche bedient, er hat auch mit Erfolg die Zufuhr von Nährsalzen angewandt, doch soll auf Einzelheiten dieser Versuche hier nicht eingegangen werden. Wir wollen vielmehr an dieser Stelle kurz der 1914 erschienenen großen Arbeit von *Klebs* gedenken, die einen sehr wesentlichen Fortschritt auf dem Gebiete bedeutet, indem sie uns zeigt, daß der Baum, der nach dem übereinstimmenden Urteil aller Forscher als der resistenste gegenüber äußeren Einflüssen anzusehen ist, die Buche, jederzeit aus seiner Ruhe aufgerüttelt und zum Treiben bewegt werden kann. Das Ziel wurde erreicht durch elektrische Dauerbeleuchtung in einem besonders eingerichteten Lichtzimmer.

Wir übergehen hier die Einzelheiten der *Klebs*-schen Versuche und heben zunächst nur folgendes hervor: Die Zeit, nach der die in Dauerbeleuchtung versetzten Bäume zu treiben beginnen, ist verschieden lang, und zwar hängt es von der Jahreszeit ab, ob sie länger oder kürzer ist. Das Aufbrechen der Knospen war nach zehn Ta-

gen bemerkbar, wenn der Versuch Mitte September begonnen wurde, nach 38 Tagen Mitte November, nach 26 Tagen Ende Dezember, nach 14 Tagen Mitte Februar und nach 8 Tagen Anfang März (*Klebs* 1914 S. 38). Wie *Klebs* selbst hervorhebt, erinnert dieses Verhalten an die oben erwähnten Versuche *Johannsens* mit *Syringa*, nur mit dem Unterschiede, daß es *Johannsen* mit dem Ätherverfahren nicht gelang, die Mittelruhe zu überwinden, während die Buche immer, wenn gleich nach verschiedenen langer Einwirkung der Dauerbeleuchtung, zum Treiben zu bewegen war. Man wird darüber streiten können, ob darin ein prinzipieller oder nur ein gradueller Unterschied zu erblicken ist.

Ein zweites Ergebnis, das für die Deutung der *Klebs*-schen Versuche vielleicht nicht ohne Belang ist, ist folgendes: In dem Dauerlicht von der angewandten Intensität ist die Pflanze nicht imstande, einen Überschuß an Kohlehydraten zu produzieren. Sei es, daß die Assimilation der Kohlensäure nicht auf genügender Höhe erhalten oder daß die Atmung abnorm gesteigert wird, es wird jedenfalls von den dem Dauerlicht ausgesetzten Blättern mehr Kohlen säure ausgeschieden als im Assimilationsprozeß verarbeitet wird. Somit findet ein dauernder Substanzverlust auf Kosten des vorhandenen Reservematerials statt, den die Pflanze natürlich auf die Dauer nicht ertragen kann, ohne schließlich zugrunde zu gehen.

Wir wollen jetzt nach den Schlußfolgerungen fragen, die *Klebs* aus seinen Versuchen zieht. Aus der Tatsache, daß es möglich ist, bei der Buche durch mehrere Monate ein fortgesetztes Treiben zu erzielen zu einer Zeit, während der in der Natur die Knospen sich im Zustande der Ruhe befinden, folgert *Klebs*, daß in der spezifischen Struktur der Buche zweifellos „keine Notwendigkeit dafür vorliegt, daß das Wachstum eine bestimmte Zeit ruht“ (1914 S. 73). Unter spezifischer Struktur versteht *Klebs* die für die Art charakteristische, erblich fixierte Beschaffenheit des Protoplasmas, die als eine im Rahmen der hier in Betracht kommenden Untersuchungen konstante Größe angesehen werden kann. Um den Begriff zu erläutern, wählen wir zwei Standortformen ein und derselben Art. Sie können, wie bekannt, ihrer äußeren Erscheinung nach außerordentlich stark voneinander abweichen, trotzdem haben sie beide die gleiche spezifische Struktur, die sich als eine Summe von Potenzen darstellt, von denen im einen Falle diese, im andern (unter anderen Bedingungen) jene verwirklicht sind. Welche Potenzen zum Ausdruck kommen, das hängt nach *Klebs* von zwei Klassen von Bedingungen ab, den inneren und den äußeren. Solche inneren Bedingungen sind z. B. Qualität und Quantität der im Organismus vorhandenen Stoffe, physikalischer Zustand des Protoplasmas, Beschaffenheit des Zell-saftes usw., alles variable Größen zum Unter-

schied von der konstanten spezifischen Struktur. Diese Variablen ändern sich nun unter dem Einfluß der ebenfalls veränderlichen *äußeren* Bedingungen wie Licht, Wärme, Feuchtigkeit usw. Alle diese Änderungen sind aber durch den von der spezifischen Struktur vorgeschriebenen Rahmen begrenzt<sup>1)</sup>. Allein die Änderungen der äußeren und der von diesen abhängigen inneren Bedingungen sind also nach *Klebs* dafür bestimmend, ob eine Pflanze ruht oder treibt, sie lenken den Entwicklungsgang des Organismus in bestimmte Bahnen. Durch die genotypische Beschaffenheit *an sich* ist dem Organismus ein periodischer Entwicklungsgang nicht vorgeschrieben. In der Ausdrucksweise *Pfeffers* wäre sonach die Ruheperiode eine aitiogene, d. h. durch Außenfaktoren bedingte Erscheinung, keine autonome. Es ist dabei allerdings zu berücksichtigen, daß der Autonomiebegriff *Pfeffers* in der Ausdrucksweise von *Klebs* kein Analogon hat. *Klebs* verwirft diesen Begriff und setzt an Stelle der Zweiteilung autogene und aitiogene Einflüsse die Dreiteilung: spezifische Struktur, innere und äußere Faktoren. Er polemisiert dagegen, daß die Periodizität der Bäume eine von der Außenwelt unabhängige Lebenstätigkeit sei. Dem wird jeder Physiologe zustimmen, ebenso wie man mit vollem Rechte den Satz vertreten kann, daß in letzter Linie die Außenwelt über alle Lebensvorgänge entscheidet. Ob ein Pflanzenorgan wächst oder nicht, ob ein Blatt assimiliert oder nicht, das hängt von ganz bestimmten Außenfaktoren ab, wie ja überhaupt ein bestimmtes Ausmaß von äußeren Bedingungen nötig ist, damit eine Pflanze leben kann. Damit ist der Kern des Problems aber gar nicht berührt. Es gibt überhaupt keine von den Außenbedingungen unabhängige Lebenstätigkeit. Wenn *Klebs* (1904 S. 291), sich hierauf berufend, den Autonomiebegriff<sup>2)</sup> *Pfeffers* angreift, so liegt offenbar ein Mißverständnis vor. An der von *Klebs* zitierten Stelle sagt *Pfeffer* (1901 S. 161) zwar, daß bei autonomen Vorgängen „eine Veränderung von Außenbedingungen nicht modifizierend eingreift“, das ist aber keineswegs so zu verstehen, als gingen erstere unabhängig von der Außenwelt vor sich und könnten durch die Außenfaktoren nicht modifiziert werden, vielmehr soll, wie aus *Pfeffers* Erörterungen S. 388 klar hervorgeht, damit nur gesagt sein, daß die autonomen Vorgänge von innen heraus, „durch selbsttätige Modifikation der inneren Faktoren“, nicht durch eine Veränderung der Außenbedingungen verursacht werden. Der

eigentliche Anstoß zu der autonomen Tätigkeit liegt also in der Pflanze selbst; daß die Außenwelt diese Tätigkeit erheblich beeinflussen kann, dafür gibt es viele Beispiele. Ebenso kann die Außenwelt unter Umständen bestimmen, ob der von innen angestrebte Anstoß in seiner äußeren Wirkung zur Geltung kommt oder nicht. Ein Kriterium für die Autonomie einer Lebenstätigkeit im Sinne *Pfeffers* gewinnen wir, wenn wir feststellen, daß sie unter bestimmten, völlig konstanten Außenbedingungen vor sich geht. Die oscillierenden Bewegungen der Blättchen von *Desmodium gyrans* nennen wir deshalb autonom, obwohl bekannt ist, daß sie unter bestimmten Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen nicht ausgeführt werden. Der gekrümmte Blütenstiel des *Mohns* streckt sich gerade, wenn die Blüte sich öffnet. Auch dem liegt ein autonomer Vorgang zugrunde. Wir wissen, daß sowohl der gekrümmte Zustand vor als der gestreckte nach dem Aufblühen durch die Schwerkraft bedingt ist. Ohne daß sich nun die Schwerkraft selbst oder irgend ein anderer Außenfaktor ändert, tritt die Streckung ein. Der Blütenstiel hat von innen heraus (autogen) eine Änderung seiner geotropischen Stimmung erfahren, seine vorher positiv geotropische Spitze wird negativ geotropisch.

Diese wenigen Beispiele sollen nur zur Erläuterung dienen und zugleich zeigen, daß die *Klebs*-schen Einwände gegen den *Pfeffers*-schen Autonomiebegriff diesem nicht völlig gerecht werden. Es soll damit keineswegs verkannt werden, daß die *Klebs*-sche Dreiteilung (spezifische Struktur, innere und äußere Bedingungen) vieles für sich hat, doch wollen wir hier von rein begrifflichen Erörterungen möglichst absehen. Das kann um so mehr geschehen, als sich das uns hier beschäftigende Problem in einer Weise formulieren läßt, die beiden Betrachtungsweisen gerecht wird. Wir fragen: ist die Periodizität eine *erbliche* Erscheinung oder nicht? Im Sinne von *Klebs* würden wir, wenn wir diese Frage bejahen würden, sagen müssen, das periodische Verhalten der Holzgewächse ist in deren spezifischer Struktur begründet, nach *Pfeffer* würden wir es dann als eine autonome oder autogene Tätigkeit ansehen. *Klebs* tritt nun, wie wir sahen, entschieden für die Meinung ein, daß die Periodizität *nicht* erblich ist. Das von ihm beigebrachte Tatsachenmaterial haben wir zum Teil schon kennen gelernt. An der Hand einiger weiterer Ergebnisse wollen wir seine Beweiskraft kurz prüfen.

Es ist möglich, einem Säugetier, das periodisch zu bestimmten Tageszeiten wacht, zu anderen schläft, den Schlaf für längere Zeit zu entziehen. Der körperliche Zustand des Tieres wird dadurch allerdings geschädigt und es wird schließlich zugrunde gehen müssen. Immerhin zeigt der Versuch, daß es möglich ist, durch von außen einwirkende Mittel eine periodische Lebenstätigkeit in eine aperiodische zu verwandeln. Wird man daraus nun den Schluß ziehen dürfen, daß das Ab-

<sup>1)</sup> Ausgenommen sind hier alle die Veränderungen der Außen- und Innenbedingungen, die zur Entstehung neuer Arten (Mutanten), also zu einer erblichen Abänderung der spezifischen Struktur führen. Der Begriff der spezifischen Struktur entspricht ungefähr dem, was *Johannsen* (1913 a) als genotypische Beschaffenheit bezeichnet. Eine Standortsmodifikation ist nach der Terminologie *Johannsens* ein Phänotypus.

<sup>2)</sup> Es ist vielleicht nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, daß *Driesch* den Begriff „Autonomie der Lebensvorgänge“ in einem ganz anderen Sinne gebraucht, der mit obigem nicht zu verwechseln ist.

wechseln von Wachsein und Schlafen eine Erscheinung ist, die *nicht* durch die erbliche spezifische Struktur vorgeschrieben ist? Meines Erachtens ist der Ausfall des Versuches weder für diesen noch für den gegenteiligen Schluß beweiskräftig. — Wir vergleichen damit die Versuche von *Klebs* mit der Buche. Auch hier gelang es, die Ruheperiode für einige Zeit zu überwinden, und zwar mit Mitteln, die ein dauerndes Gedeihen der Pflanze nicht gestatten (vgl. S. 464). Ist daraus zu schließen, daß eine normal vegetierende<sup>1)</sup> Pflanze der Ruhe nicht bedarf und das Abwechseln von Ruhen und Treiben nicht erblich ist? Wenn die obige Analogie zutrifft, dürfte das kaum berechtigt sein. Jeder Analogieschluß hat allerdings seine Bedenken; es soll gern zugestanden werden, daß der obige Vergleich in vieler Beziehung hinkt. Vor allem wird *Klebs* einwenden: daß die Versuchsbedingungen, unter denen die Buche zum fortgesetzten Treiben veranlaßt wird, dauerndes Gedeihen der Pflanze nicht gestatten, ist kein wesentlicher Einwand. Vorausichtlich wird eine Buche auch dann ohne Ruheperiode weiterwachsen, wenn die Dauerbeleuchtung so eingerichtet wird, daß die Assimilation im Durchschnitt die Dissimilation etwas übertrifft (1914 S. 70). Ob das möglich ist, wäre allerdings erst zu beweisen, aber es läßt sich auf Grund der Versuche von *Klebs* mit anderen Pflanzen ein anderes Argument ins Feld führen: Bei verschiedenen Formen (Kräutern, Stauden, Sträuchern, Bäumen) ist es gelungen, ein mindestens ein ganzes Jahr fortdauerndes Treiben zu erzielen unter Bedingungen, von denen wir wenigstens a priori nicht behaupten können, sie würden auf die Dauer von der Pflanze nicht ertragen<sup>2)</sup>. Vor allem durch Düngung mit Nährsalzlösungen hat *Klebs* sehr schöne Erfolge erzielt. Es ist gewiß physiologisch von größter Bedeutung, daß dieser Einfluß der Bodenernährung auf das Treiben experimentell näher erforscht worden ist, und dadurch wird zweifellos bewiesen, daß es Pflanzen gibt, die für längere Zeit, vielleicht dauernd ohne Ruheperiode auskommen können. *Klebs* geht nun, wie wir sahen, noch weiter und folgert, daß die in der Natur zur Geltung kommende Periodizität mit der spezifischen Struktur der Pflanzen nichts zu tun hat, sondern in letzter Linie eine rein aitiogene Erscheinung ist. Ob eine Pflanze ruht oder treibt, das hängt seiner Meinung nach vor allem von dem Verhältnis der Nährsalze zu den Kohlehydraten in der Pflanze, namentlich in den Vegetationspunkten ab, einem Verhältnis, das sich durch die Außenbedingungen regulieren läßt. Hier beginnt die Hypothese. Die Argumentation von *Klebs* ist,

wenn ich ihn recht verstehe, folgende: Wenn es gelingt, die Ruheperiode durch bestimmte Kulturbedingungen auszuschalten und einen Baum zum fortgesetzten Treiben zu bewegen, so ist der Beweis geliefert, daß die in der Natur beobachtete Ruheperiode keine durch die spezifische Struktur notwendig gegebene Erscheinung ist. Vermöge seiner spezifischen Struktur besitzt der Baum sowohl die Fähigkeit, abwechselnd zu treiben und zu ruhen, als auch dauernd fortzuwachsen. Welche dieser Fähigkeiten verwirklicht wird, das hängt in letzter Linie nur von den Außenbedingungen ab, unter denen der Baum sich befindet. Die Periodizität des Treibens ist somit keine erblich fixierte Eigenschaft der Pflanze.

Diese letzten Schlußfolgerungen sind indessen nicht einwandfrei. Eine erblich vorhandene Periodizität braucht sich nicht unter allen Umständen zu äußern. Allein aus der Tatsache, daß sie unterdrückt werden kann, läßt sich nicht schließen, daß sie nicht vorhanden ist. Das leuchtet wohl ohne weiteres ein für folgenden Fall: Wir nehmen an, ein Holzgewächs lasse sich zwar zum fortgesetzten Treiben veranlassen, es seien aber zu verschiedenen Jahreszeiten verschiedene Außenbedingungen und Innenbedingungen nötig, um das zu erzielen. Das kann dann nur darauf beruhen, daß in der spezifischen Struktur die Ursache für die periodischen Änderungen liegt, welche es nötig machen, daß zur Erzielung des gleichen Resultats die Außen- und Innenbedingungen verschieden angreifen müssen. Wenn daher auch gezeigt ist, daß in der spezifischen Struktur keine *Notwendigkeit* dafür vorliegt, daß eine Pflanze abwechselnd treibt und ruht, so ist damit das Nichtvorhandensein einer Periodizität nicht erwiesen. Beides scheint mir bei *Klebs* nicht genügend auseinandergehalten zu sein. Wenn eine Pflanze dadurch im Treiben erhalten wird, daß man ihre Neigung, in den Ruhezustand überzugehen, überwindet, indem man die Erde erneuert oder sie düngt oder die Beleuchtung erhöht oder durch Entblättern einen Anreiz auf die Weiterentwicklung der Knospen ausübt, so beweist ein solcher Versuch jedenfalls nicht, daß jede erbliche rhythmische Tätigkeit ausgeschlossen ist. *Klebs* hat nun in seinen Versuchen solche Mittel anwenden müssen. In den Versuchen mit der Buche hat sich, wie wir oben sahen, ferner ergeben, daß die das Treiben auslösende Lichtwirkung zu verschiedenen Jahreszeiten verschieden lange einwirken muß. Die Möglichkeit eines erblichen Rhythmus ist also durch *Klebs'* Versuche nicht ausgeschlossen. Ja, wir können sogar soweit gehen und sagen, daß diese Möglichkeit selbst dann nicht als definitiv erledigt angesehen werden könnte, wenn es gelungen wäre, das Ausbleiben der periodischen Reaktion bei *konstanten* Außenbedingungen zu erzielen. In diesem Falle könnte man sich das Eingreifen der Außenbedingungen so vorstellen, daß sie die eine der periodisch miteinander abwechsel-

<sup>1)</sup> Unter „normal vegetierend“ soll hier nur verstanden sein, unter Bedingungen wachsend, die das durch die Atmung geschaffene Defizit an organischer Substanz ausgleichen und das für das Gedeihen nötige Energiepotential erhalten.

<sup>2)</sup> Neuerdings ist es *Klebs* gelungen, eine Kakao-pflanze in einem Gewächshaus in Heidelberg 2 Jahre ständig im Treiben zu erhalten (*Klebs* 1915 S. 756 ff.).

selnden Reaktionen völlig unterdrücken, obwohl in der Pflanze die Tendenz zur Realisierung derselben fortbesteht. Beide periodischen Prozesse könnten unter *anderen* ebenfalls konstanten Bedingungen ungetrübt zur Geltung kommen. Wenn sich dann zeigen würde, daß sich die Periodizität durch mehrere Generationen erhält, so würde man nicht mehr zweifeln können, daß sie erblich ist. Da solche Versuche bisher nicht vorliegen, muß die aufgeworfene Frage unentschieden bleiben<sup>1)</sup>.

Die einzigen, in etwas größerem Maßstabe ausgeführten Versuche über die Erbllichkeit der Jahresperiode sind, soviel mir bekannt, diejenigen von *Bordage* (1910). Sie sind, obwohl sie viele interessante Beobachtungen enthalten und sich über einen sehr langen Zeitraum erstrecken, in der neuesten Literatur merkwürdigerweise fast gar nicht berücksichtigt worden. Die Samen von in Europa gewachsenen Pflirsichbäumen wurden in Réunion ausgesät. Die sich daraus entwickelnden Pflanzen zeigten zunächst eine deutliche Periodizität. In den ersten Jahren waren die Bäumchen etwa eineinhalb Monat völlig kahl, mit der Zeit verkürzte sich diese Periode des Kahlseins und nach 20 Jahren waren die Pflanzen nahezu immergrün. Von solchen Pflanzen wurden nun Samen geerntet und die daraus hervorgehenden Individuen erwiesen sich sogleich an die neuen Bedingungen angepaßt, sie waren sofort immergrün; sie verhielten sich sogar im Bergland so, wo die aus Europa stammenden Pflirsiche Jahr für Jahr periodisch kahl wurden. Wenn es sich hier auch nicht um eine Aufhebung der Periodizität handelt, ebenso wenig wie bei vielen Tropenbäumen, die niemals völlig kahl stehen, so sind die Ergebnisse doch in anderer Hinsicht sehr bemerkenswert. *Bordage* zieht daraus den Schluß, daß Vererbung erworbener Eigenschaften vorliegt. Man mag diesen Schluß für berechtigt halten oder nicht, jedenfalls zeigen die Versuche, daß die im europäischen Klima induzierten Erscheinungen sich der Pflanze tief eingeprägt haben, so daß sie noch unter Bedingungen verwirklicht werden, die ihrer Realisierung nicht günstig sind. *Klebs* geht auf die Frage der Erbllichkeit der Ruheperiode als erworbene Eigenschaft nicht ein, obwohl er doch im Prinzip der Annahme der Vererbung erworbener Eigenschaften nicht ablehnend gegenübersteht (vgl. *Klebs* 1909 S. 28). Er leugnet, wie wir sahen, die Erbllichkeit der Ruheperiode schlechthin.

Überblicken wir das Gesagte, so ergibt sich, daß das ganze Problem noch seiner definitiven Lösung harrt. Sowohl die Auffassung von *Klebs*, der die Außenbedingungen als das in letzter Linie allein Entscheidende ansieht, als die seiner Gegner, die eine autonome, allerdings durch Außenbedingungen in hohem Grade beeinflussbare Periodizität annehmen, bleibt vorläufig noch hypo-

thetisch. Da es hier nur darauf ankam, das Tatsächliche von dem Hypothetischen zu trennen, so soll auf weitere Einzelheiten nicht eingegangen werden<sup>1)</sup>.

Ehe wir über weitere Tatsachen verfügen, erscheint es daher auch müßig, abzuwägen, zugunsten welcher Auffassung sich die Wagschale mehr neigt.

(Schluß folgt.)

## Das Leben im Schlamm.

Von Prof. Dr. Ernst G. Pringsheim, Halle.

Schlamm nennt man an Humusstoffen reiche, und unter Wasser gebildete Bodenarten<sup>2)</sup>. Er entsteht hauptsächlich in wenig bewegtem, flachem Wasser mit weichem Organismenleben, dessen Reste, gemischt mit mineralischen Bestandteilen, ihm die eigentümliche Beschaffenheit geben. Diese Beschaffenheit wiederum bedingt Anpassungserscheinungen der in ihm lebenden Pflanzen- und Tierwelt, von denen einige hier im Zusammenhang besprochen werden sollen.

Eine Einteilung der Schlammarten geschieht am besten auf Grund der vorherrschenden Pflanzenbestandteile. „Leberschlamm“ stammt hauptsächlich von Algen mit Gallerthüllen, „Diatomeenschlamm“ (fossil Kieselgur) ist durch die Kieselpanzer gekennzeichnet, „Wiesenkalk“ durch die Ablagerungen der inkrustierten Charen<sup>3)</sup>. Bei meiner Darstellung habe ich zumeist den gewöhnlichen Teichschlamm im Sinne, der aus den Resten der Ufer- und Schwimmflora mit ihren tierischen Bewohnern nebst hineingewehten Blättern, Pollenkörnern und dergleichen und feinem Sand und Ton besteht.

Die größeren pflanzlichen Teile, die hauptsächlich im Herbst in das Wasser gelangen, werden durch Schnecken, Kaulquappen, Würmer sowie durch Fäulnisprozesse zerkleinert, so daß schließlich nur holzige Bestandteile und Weichtierschalen die gleichmäßig breiige Beschaffenheit unterbrechen. Durch die nirgends ganz fehlende Bewegung des Wassers werden die feinen Teilchen „geschlämmt“, d. h. durch beständiges Aufrühren und folgendes Absitzen nach Größe und spezi-

<sup>1)</sup> Ich verzichte deshalb auch auf eine nähere Erörterung der sehr anregenden Arbeitshypothese von *Klebs* über den Zusammenhang des Ruhens und Treibens mit dem Konzentrationsverhältnis von Kohlehydraten und Nährsalzen (namentlich N-Verbindungen) in der Pflanze. Es bleibt eingehenden chemischen Untersuchungen vorbehalten, zu zeigen, ob sie sich bewährt oder nicht. Auf die Untersuchungen von *Ramann* und *Bauer* (1912), die *Simon* (1914) gegen *Klebs* ins Feld führt, läßt sich zwar nicht unbedingt eine Widerlegung der Klebschen Hypothese gründen, doch ist das Ergebnis derselben, daß bei der Buche der Stickstoffgehalt in den Monaten Februar und Mai erheblich geringer ist als im Juli, September und November, wo die Knospen ruhen, der Hypothese jedenfalls nicht günstig.

<sup>2)</sup> *E. Warming*, Ökologische Pflanzengeographie, 2. Aufl. (Berlin 1902), S. 76.

<sup>3)</sup> *E. Ramann*, Bodenkunde (Berlin 1911), S. 227.

<sup>1)</sup> Es ist natürlich eine Sache für sich, daß die Kultur höherer Pflanzen unter konstanten Bedingungen praktisch auf große Schwierigkeiten stößt.



fischem Gewicht geordnet, so daß die Grenzschicht gegen das Wasser die am längsten schwebenden Bestandteile in einer bei Ruhe ziemlich glatten Fläche enthält. Jede leise Welle aber stört diese Anordnung wieder und überzieht absinkende gröbere Teile oder Organismen mit einer das Licht und den Sauerstoff abhaltenden Decke feinsten Schlammes.

Das sind etwa die physikalischen Bedingungen, unter denen die Schlammbewohner leben müssen. Für die größeren, auf dem Grunde des Teiches wurzelnden Blütenpflanzen, die ihre grünen Teile in das Wasser oder die Luft erheben, besteht die Schwierigkeit hauptsächlich darin, in der leichtbeweglichen Masse festen Fuß zu fassen und die im Schlamm versenkten Organe mit Atmungssauerstoff zu versorgen. Sie zeigen dementsprechend hauptsächlich vegetative Vermehrung mit Hilfe von kriechenden, fest wurzelnden Rhizomen, die reichlich Speicherstoffe enthalten und deshalb kräftige, dicke Schlammsschichten durchbrechende Triebe erzeugen können, was für die zarteren Keimpflänzchen, die aus Samen hervorgehen, nicht so leicht ist. Dem Sauerstoffmangel wird durch ein reich entwickeltes inneres Durchlüftungssystem abgeholfen, mit Hilfe dessen die im Schlamm steckenden Teile Luft von oben her zugeführt erhalten können.

Weniger bekannt und doch noch fesselnder sind die Anpassungserscheinungen der kleinsten Lebewesen. Soweit sie frei beweglich sind, wird ihnen durch ihre Licht- oder Schwerkraftreizbarkeit der Weg gewiesen, der aus der Tiefe des Schlammes an seine Oberfläche führt. Dies gilt auch für eine große Menge pflanzlicher, chlorophyllführender Organismen, die zu ihrem Gedeihen des Lichtes bedürfen, also nur in der obersten Schlammsschicht leben können. Die hierher gehörigen Blaualgen, Diatomeen und Desmidiaceen sind mit eigenartigen Kriechbewegungen ausgestattet, die zwar kein Zurücklegen größerer Strecken, wohl aber ein Emporarbeiten durch einige Millimeter Schlamm ermöglichen, wobei sie durch das Licht geleitet werden. Wird der algenhaltige Brei aufgerührt, so scheinen die Bewohner verschwunden. Bald aber machen sie sich durch die blaugrüne, goldbraune oder frischgrüne Farbe der Oberfläche wieder bemerkbar und können bei reichlichem Vorkommen eine zusammenhängende Schicht bilden, die das Licht gut ausnützt.

Schwieriger scheint die Aufgabe für jene algenartigen Lebewesen, die eine Eigenbewegung entbehren müssen. Am einfachsten ist es für sie, die feinsten Schlammteilchen selbst in ihren Eigenschaften nachzuahmen, also durch Kleinheit und geringes spezifisches Gewicht sich den zuletzt absinkenden Partikelchen beizugesellen. Derartige Algen werden einen großen Teil ihrer Lebenszeit schwebend verbringen, also einen Übergang zu dem Plankton bilden, dessen Organismen noch mehr Auftrieb

haben. Die Prinzipien des Baues der eigentlichen Planktonten aber kehren zum Teil bei den größeren unter den unbeweglichen Bewohnern der obersten Schlammsschichten wieder. So die Vergrößerung der Oberfläche, die die Reibung am Wasser erhöht. Sie wird erzielt durch besondere Form der Einzelzelle oder durch Zusammenlagerung mehrerer Zellindividuen zu gestreckten, sperrigen oder flächigen Gebilden. Die Flächenform hat hier aber noch eine besondere Bedeutung. Sie ist an sich für ein Organ, das das Licht auffangen soll, die beste, wie wir das an den Laubblättern sehen. Vorbedingung ist aber eine bestimmte, annähernd horizontale Stellung, die frei schwebende Planktonorganismen nicht beibehalten können. Anders ist das bei den lichtbedürftigen Schlammbewohnern, wie wir uns etwa an Papierstückchen, die wir im Wasser verteilen, klarmachen können. Sie sinken zickzackartig, mit der Horizontalen kleine Winkel bildend abwärts, um sich schließlich flach niederzuliegen. Sind feinverteilte schwerere Teilchen zugegen, so sinken diese schneller und bilden eine glatte Oberfläche, auf welche sich die flächigen Gebilde auflagern. Daraus gehen die Vorteile hervor, die scheibenförmige Algen, wie die Desmidiaceen *Microsterias*, *Euastrum* u. a., die Hydrodictyceen *Pediastrum*, die Diatomeen *Fragilaria*, die Cyanophyceen *Merismopedia*, das lichtbedürftige Purpurbakterium *Thiopodia* u. a. von ihrer Form haben. Wahrscheinlich gibt es noch manche hierher gehörige Anpassungserscheinung, auf die man bisher nicht genügend geachtet hat. Es sei nur an die Schleimbildung der Desmidiaceen und vieler anderer Algen erinnert, die eine Auflockerung der Zellmassen sowie Beiseitedrängen des Schlammes und dadurch einen besseren Lichtzutritt zu den einzelnen Individuen bedingt als er bei dichter Lagerung möglich wäre. Auch die Fadenform vieler Arten wird ähnlich wirken und daneben eine Bedeckung und ein Einsinken in den Schlamm vermindern, auch, wie bekannt, das Festhalten von Sauerstoffblasen ermöglichen, die den Auftrieb vermehren.

Verwickelter als die physikalischen sind die chemischen Verhältnisse an den gekennzeichneten Standorten. Sie sind bedingt durch die Fäulnisprozesse, denen die reichlich vorhandenen organischen Stoffe unterliegen. Die mechanische Zerkleinerung und chemische Veränderung durch die Kauwerkzeuge und die Darmtätigkeit der tierischen Schlammbewohner bewirkt eine schnelle Entfernung aller leicht löslichen und aufschließbaren Substanzen, der Eiweißstoffe, Zuckerarten, organischen Säuren u. dergl. Dabei wirken auch Fäulnisbakterien mit. Es entstehen von gasförmigen Zersetzungsprodukten hauptsächlich Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, letzterer aus dem Schwefel der Eiweißverbindungen. Der Sauerstoff ist bald aufgebraucht und kann in den zähen Schlamm, der die Entstehung von Konvektionsströmungen ver-

hindert, nur sehr langsam von oben her hineindiffundieren. Bald bleiben nur noch die schwerer angreifbaren Bestandteile, Chitinschalen von Insekten und Krustern sowie hauptsächlich die Zellwände der pflanzlichen Reste zurück. Aber auch diese werden von Bakterien angegriffen. Vor allem ist es die Zellulosegärung, die dann lebhaft einsetzt. Der Gang der chemischen Veränderungen ist durch den Sauerstoffmangel im Medium bedingt, so daß die sogen. anaeroben Bakterien das Feld beherrschen und außer Kohlensäure nur nicht voll oxydierte Stoffe liefern.

Die Zellulosebakterien gehören, wie es scheint, hauptsächlich zwei Arten an, von denen die eine Wasserstoff, die andere Methan bildet. Daneben entsteht stets Kohlensäure, Buttersäure und Essigsäure. Ist reichlich Sulfat, z. B. in der Form von Gips vorhanden, so wird es zu Schwefelwasserstoff reduziert. Ähnlich werden auch Nitrate unter Freiwerden von Stickstoff zersetzt, indem die Bakterien den Sauerstoff zur Oxydation von organischen Stoffen verbrauchen. Ob der letztgenannte Vorgang von einer besonderen Bakterienart hervorgerufen wird, ist noch nicht sicher, da Reinkulturen von Zellulosebakterien bisher nicht erzielt wurden.

Die Endprodukte der Zellulosegärung sowie der sonstigen Fäulnisprozesse entweichen in das den Schlamm überlagernde Wasser, hauptsächlich durch Diffusion, die Gase aber bei reichlicher Entstehung auch in Blasenform. Es entsteht dann das stark methanhaltige „Sumpfgas“, das man auffangen und anzünden kann. Es enthält also noch reichlich chemische Energie, die unter natürlichen Umständen wiederum von sehr eigenartig angepaßten Bakterienarten nutzbar gemacht wird. Aus solchem Schlamm kann man Spaltpilze züchten, die Wasserstoff, Methan oder Schwefelwasserstoff zu oxydieren vermögen<sup>1)</sup>. Das Bemerkenswerte ist dabei, daß sie sich mit diesen chemischen Prozessen als Energiespendern begnügen und gar keiner organischen Stoffe bedürfen, ohne die alle anderen, des Chlorophylls entbehrenden Organismen nicht leben können. Den Kohlenstoff, den sie zum Aufbau ihrer Leibessubstanz brauchen, gewinnen sie durch Reduktion der Kohlensäure (oder aus Methan). Dementsprechend vermehren sich diese Bakterien im Versuch in reinen Nährsalzlösungen, wenn ihnen nur neben den oxydablen Gasen Sauerstoff und etwas Kohlensäure zur Verfügung steht, also z. B. die Wasserstoffbakterien in einer Knallgasatmosphäre. Es muß nur durch besondere Experimente die geeignete Tension der einzelnen Gase ausgeprobt werden. Man findet dabei, daß es sich um Bakterien handelt, die an das Vorhandensein von nur wenig Sauerstoff angepaßt sind, entsprechend den Verhältnissen in der Natur<sup>2)</sup>.

Besonders eigentümlich ist die Biologie der Schwefelbakterien, die den Schwefelwasserstoff als Energiequelle benutzen. Er rührt, wie gezeigt, von der Zersetzung von Eiweißstoffen oder der Reduktion von Sulfaten her, abgesehen von gelegentlichem Vorkommen in vulkanischen Gebieten. Wird der Schwefelwasserstoff sehr reichlich gebildet, so kann er an der Oberfläche des Wassers auch zu elementarem Schwefel oxydiert werden, der sich auf manchen Tümpeln in gar nicht so geringer Menge vorfindet und wiederum von besonderen Bakterien weiter verarbeitet wird. Meist aber wird der Schwefelwasserstoff selbst von hierfür spezialisierten Spaltpilzen übernommen, die zwei großen Gruppen angehören, den farblosen und den roten Schwefelbakterien. Die letzteren, die sogen. Purpurbakterien, sind in ihrer Biologie noch nicht genügend erforscht, weil ihre Kultur bisher auf große Schwierigkeiten stößt. Sie haben irgend eine besondere biochemische Beziehung zum Lichte. Am besten konnte ich die Vermehrung erzielen, wenn ich die natürlichen Verhältnisse dadurch nachahmte, daß ich Sumpfwasser mit Zellulose und Gips zusammenbrachte, während *Skene* sie in anorganischen Lösungen zu kultivieren vermochte<sup>1)</sup>. Die farblosen Schwefelbakterien sind genau erforscht. Sie oxydieren — ebenso wie viele Purpurbakterien — den Schwefelwasserstoff zu Schwefel, den sie in kleinen Tröpfchen in ihrem Körper aufspeichern und bei Bedarf zu Sulfat weiter oxydieren. Organische Stoffe brauchen sie ebenso wenig wie die Wasserstoff- und Methanbakterien<sup>2)</sup>.

Die bekanntesten farblosen Schwefelbakterien sind fadenförmig und entweder unbeweglich festgeheftet, *Thiothrix*, oder durch schlangenartiges Kriechen beweglich, *Beggiatoa*. Die ersteren finden sich an Wasserpflanzen, toten Blättern oder dergl., meist nahe der Wasseroberfläche, wo genügend Sauerstoff in das schwefelwasserstoffhaltige Wasser hineindiffundiert. Die letzteren begeben sich kriechend an die Orte, die ihnen die besten Lebensbedingungen, d. h. die geeignete Tension von Schwefelwasserstoff und Sauerstoff bieten. Meist überziehen sie spinnwebenartig den Schlamm und darüber hinausragende feste Teile im Wasser. Man findet sie wie die roten Formen hauptsächlich im Herbst nach dem Laubfall und dann wieder im Vorfrühling, wenn die steigende Temperatur die Zellulosegärung anregt. Unter ungünstigen Verhältnissen ballen sie sich dicht zusammen oder kriechen in die Tiefe, so daß sie fast verschwunden scheinen. Mit einer geeigneten Schlammkultur, die Zellulose und Gips enthält, kann man diesen Wechsel in ganz kurzer Zeit nachahmen, indem man sie einmal warm und dann wieder kühl stellt.

Die Purpurbakterien bedürfen, soweit sie keinen Schwefel speichern, sicher der organischen

<sup>1)</sup> Vergl. *R. Lieske*, Kohlenstoff-autotrophe Bakterien, „Die Naturwissenschaften“ Bd. II, S. 914.

<sup>2)</sup> *E. Münz*, zur Physiologie der Methanbakterien. Diss. Halle 1915.

<sup>1)</sup> Zit. *Lieske*, a. a. O., S. 917.

<sup>2)</sup> *Keil*, Beiträge zur Physiologie der farblosen Schwefelbakterien, *Cohns Beitr. zur Biol. d. Pfl.* B.I. XI, S. 335.

Stoffe<sup>1)</sup>. Ich konnte sie am besten kultivieren, wenn ich ihnen neben organischen Stickstoffverbindungen Butter- oder Essigsäure bot, also die Substanzen, die bei der Zellulosegärung abfallen.

Dieselben Stoffe und besonders auch die reichlich auftretende Kohlensäure sind weiterhin noch die Grundlage für eine üppige Flora von grünen Organismen. Allerdings ist die Ernährungsphysiologie der in schlammablagernden Gewässern lebenden, chlorophyllführenden Flagellaten und Chlamydomonadaceen noch mangelhaft bekannt; da aber viele, wie z. B. *Euglena*- und *Phacus*-arten, *Cryptomonas*, *Chlamydomonas*, *Trachelomonas* u. a., an Orten vorkommen, an denen das Wasser mit Fäulnisprodukten beladen, reich an Schwefelwasserstoff und arm an Sauerstoff ist, so liegt die Annahme nahe, daß sie wie einige näher studierte Arten, z. B. *Euglena gracilis*<sup>2)</sup>, *Chlorogonium euchlorum*, *Carteria ovata*, *Spondylomorom quaternarium*<sup>3)</sup> u. a., durch Verarbeitung organischer Stoffe und Kohlensäureassimilation zur Reinigung und „Lüftung“ des Wassers wesentlich beitragen. Hierzu sind keine anderen Organismen so gut imstande wie sie, da die ganz auf organische Stoffe angewiesenen entweder des Sauerstoffes oder gärungsfähiger Substanzen bedürfen. Aber auch die nach Verbrauch der leichtzersetzlichen Bestandteile in reinem Wasser lebenden Algen sind noch vielfach an ein mit Kohlensäure beladenes Wasser angepaßt, wie es über dem Schlamm zu finden ist. So werden, wie ich fand, z. B. Desmidiaceen durch eine Kohlensäureretention, die die der Luft sehr übersteigt, stark im Wachstum gefördert. — Damit haben wir die letzte Stufe der „Selbstreinigung“ des Wassers an Stellen mit reicher Schlammabildung erreicht. Die organischen Stoffe sind nun verarbeitet und mineralisiert — bis dann im Herbst durch Zufuhr neuer Massen absterbender Pflanzenteile der Kreislauf von neuem beginnt.

### Kleine Mitteilungen.

**Die Wasserversorgung von Antwerpen während der Belagerung.** Die Stadt Antwerpen erhält ihr Wasser aus einem vor etwa 35 Jahren am Nethefluß errichteten Pump- und Filterwerk, das 15 km von der Stadt entfernt ist. Von hier gelangt das filtrierte Wasser zunächst zu einer Behälterstation in der Vorstadt Leuthaagen und von dort wird es durch Pumpen in das städtische Leitungsnetz gefördert. Ferner kann Trinkwasser in den Häusern der Altstadt gepumpt werden, das aber, da es aus nur geringer Tiefe stammt, keineswegs einwandfrei ist; weiter sind einige artesische Brunnen vorhanden, die jedoch ein stark salzhaltiges Wasser liefern, und schließlich ist noch ein Süßwasserkanal zu nennen, dem namentlich die Brauereien ihren

Wasserbedarf entnehmen. Da das Wasserwerk im Bereiche des feindlichen Aufmarschgebiets lag, konnte als Ersatz für das Leitungswasser nur das Wasser der Schelde in Betracht kommen, das aber infolge des Einflusses von Ebbe und Flut salzig und sehr trüb ist. Um das Scheldewasser, bevor es in das Leitungsnetz gelangt, durch Absitzenlassen zu klären, wurde das Wasser mit Hilfe eines großen Saugbaggers nach einem etwa 30 000 cbm fassenden Trockendock gepumpt, und zwar jeweils 2 Stunden nach Beginn der Flut, weil zu dieser Zeit der Salzgehalt des Scheldewassers erfahrungsgemäß am geringsten ist. Nach erfolgter Klärung, die durch Zusatz von Alaunlösung gefördert wurde, wurde das Wasser nach 3 anderen Docks von zusammen 45 000 cbm Inhalt gepumpt; im ersten Dock wurde das Wasser durch Zusatz von Chlorkalk von den Fäulnis erregenden Stoffen möglichst befreit und aus dem letzten durch eine oberirdische Rohrleitung in das städtische Leitungsnetz gedrückt. Das Überpumpen des Wassers sowohl aus dem großen Dock in die 3 kleineren als auch aus diesen in die Wasserleitung besorgten mehrere kleine Schleppdampfer, die sonst im Hafen zu Feuerlöschzwecken dienten. Diese im August bereits erbaute Notwasserversorgung wurde am 27. September in Betrieb genommen, nachdem das Wasserwerk an der Nethe infolge der beginnenden Einschließung der Stadt die Wasserlieferung einstellen mußte. Hierbei zeigte sich, daß die die Docks mit dem Leitungsnetz verbindende Rohrleitung nicht weit genug war, um das Wasser in die Stockwerke der Häuser zu fördern. Die Legung eines neuen weiteren Rohres vom Dock nach dem Stadtnetz konnte infolge der Beschießung nicht zu Ende geführt werden, weshalb man sich dazu entschloß, das Wasser zunächst in die Behälterstation von Leuthaagen zu fördern und es mit den dort vorhandenen starken Pumpen in dem Stadtnetz zu verteilen. Das mit dieser Einrichtung geförderte Wasser war natürlich kein Trinkwasser, und die Bevölkerung mußte durch die Zeitungen und Maueranschläge vor dem Genuß ungekochten Wassers gewarnt werden. Nach der Übergabe der Festung wurde das bei der Beschießung stark beschädigte Wasserwerk an der Nethe alsbald wieder instand gesetzt, und bereits am 25. Oktober konnte die Wasserentnahme aus den Docks eingestellt werden. (*Jour. f. Gasbeleuchtg. u. Wasserversorgg.* 1915, S. 103—104.) S.

**Ein neues Filterverfahren.** In der chemischen Technik wird zur Trennung fester und flüssiger Stoffe hauptsächlich die Filterpresse angewandt, deren Wirkungsweise darauf beruht, daß die festen Anteile von der Flüssigkeit unter hydraulischem Druck durch Filtertücher abgepreßt werden. Bei der Verwendung dieser Filterpresse treten einige Nachteile auf, wie der oft starke Verbrauch von Filtertüchern und die verhältnismäßig langsame Arbeitsweise. Überdies versagt die Filterpresse vollkommen, wenn es sich um die Entwässerung von Suspensionen handelt, die sich der kolloiden Teilchengröße nähern. Neuerdings hat die Elektrosmose A.-G. sich eine Filterpresse schützen lassen, die auf den Grundsätzen der Elektrosmose beruht. Unter Elektrosmose versteht man den Vorgang, durch den eine Suspension unter dem Einflusse eines elektrischen Potentialgefälles in eine feste und flüssige Phase gesondert wird. Die feste Phase wandert hierbei, je nach ihrem elektrischen Charakter, entweder zur Kathode oder Anode und setzt sich dort fest an. Bei der sogenannten Schrumpfmose hingegen wandert die feste

<sup>1)</sup> H. Molisch, Die Purpurbakterien, Jena 1907.

<sup>2)</sup> H. Zumbstein, Zur Morphologie u. Physiologie d. *Euglena gracilis* Klebs, Diss. Basel 1899 u. Jahrb. f. wiss. Botanik.

<sup>3)</sup> H. C. Jacobson, Kulturversuche mit einigen niederen Volvocaceen, Zeitschr. f. Bot. Bd. II (1910), S. 147.

Phase gegen die Mitte, während die Flüssigkeit nach den beiden Elektroden abströmt. Der neue Apparat unterscheidet sich von der alten Filterpresse nur darin, daß in den einzelnen Filterkammern Elektrodenplatten eingebaut sind, durch welche der Strom zugeführt wird. Die Anwendung eines größeren hydraulischen Druckes ist hier nicht nötig, da die eigentliche Preßarbeit vom elektrischen Strom besorgt wird, der die festen Teilchen entweder an den Elektroden, oder bei der Schrumpfmose zwischen denselben so stark aneinanderpreßt, daß man hochentwässerte Kuchen erhält. Die Flüssigkeit fließt durch die Filtertücher ab. Die Entwässerung geht bei geringem Verschleiß an Tüchern und einfacher Bedienung rasch vor sich. Außerdem kann man mit Leichtigkeit Suspensionen verarbeiten, die infolge ihrer geringen Teilchengröße in gewöhnlichen Filterpressen nicht filtrierbar sind. Das neue Verfahren wird sich gut für die Entwässerung hochplastischer Tone, kolloider Farbstoffe, Erdfarben und für Auslaugungen eignen. (Prof. F. Ulzer, *Zeitschr. f. angew. Chemie* 28, 308, 1915.) O. F.

**Eine neue Bauart für Gasbehälter.** Die großen Behälter unserer Gasanstalten bestehen in der Regel aus einer Glocke von Eisenblech, die in Führungen auf- und abwärts verschiebbar ist, und die mit ihrer unteren Öffnung in ein gemauertes oder betoniertes Wasserbecken eintaucht, wodurch ein gasdichter Abschluß gegen die Außenluft erzielt wird. Um das Wasserbecken mit seiner kostspieligen Fundierung sowie die empfindlichen Wassertassen und die im Winter unumgängliche Heizung des Wasserbehälters zu vermeiden, ist in den letzten Jahren wiederholt vorgeschlagen worden, bei den Behältern an Stelle des Wasserabschlusses eine trockene Dichtung zu verwenden. Es hat sich jedoch gezeigt, daß auf diese Weise auf die Dauer kein gasdichter Abschluß erzielt werden kann; außerdem erfordern trockene Dichtungen infolge ihrer starken Abnutzung häufige Erneuerungen. Als ein großer Fortschritt in wirtschaftlicher Hinsicht ist daher eine neue von der *Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg* angegebene Behälterkonstruktion anzusehen, bei der zwar eine nasse Dichtung, aber kein Becken zur Anwendung gelangt. Der neue Gasbehälter besitzt feststehende Seitenwände und nur seine Decke ist beweglich. Diese besteht aus einer in senkrechter Richtung verschiebbaren kreisrunden Scheibe, deren flüssige Dichtung mit ihr zusammen bewegt wird und so in jeder Stellung der Decke einen gasdichten Abschluß des Behälterinnern gewährleistet. Durch spaltschließende Gleitstücke wird das Abfließen des Dichtungsmittels derart verzögert, daß der Flüssigkeitsdurchtritt praktisch ohne Bedeutung ist. Die geringe Menge des Dichtungsmittels, die durch die Gleitstücke hindurch an der Behälterwand hinunterfließt, wird am Boden des Behälters gesammelt und mit Hilfe einer Pumpe stets selbsttätig wieder einem Vorratsgefäß zugeführt, das ebenfalls selbsttätig die Dichtung speist. Als Dichtungsmittel erwies sich der Gasteer am geeignetsten, und zwar deshalb, weil er durch sehr enge Spaltöffnungen nur sehr wenig hindurchtritt, zumal der Druck auf beiden Seiten der Behälterdecke nahezu gleich ist. Der zum Hochpumpen des Gasteers erforderliche Kraftaufwand ist sehr gering; die Kosten hierfür betragen noch nicht den zwanzigsten Teil des Betrags, der für die Beheizung eines gewöhnlichen Gasbehälters mit Wasserbecken während des Winters aufzuwenden ist. Da der Unterbau der neuen Behälterkonstruktion nur sehr geringe Lasten zu tragen hat, ist die Sicherheit des Bauwerks sehr groß und

selbst bei ungünstigem Baugrund stellen sich die Kosten für den Unterbau weit niedriger als bei Behältern mit Wasserbecken. Als weitere Vorteile sind schließlich noch die einfache Ausführung einer Anstricherneuerung sowie einer nachträglichen Vergrößerung des Behälterinhalts anzuführen. (*Journ. f. Gasbeleuchtg.* 1915, S. 13—14.) S.

**Ein neuer Kohlenoxyd-Luftprüfer.** Neben dem Grubengas ist das Kohlenoxyd ein sehr gefährlicher Bestandteil der Grubenluft, der das Leben des Bergmanns häufig bedroht. Es tritt in der Regel als Folgeerscheinung bei Grubenbränden auf und ist, wie bekannt, sehr giftig. Schon ein Kohlenoxydgehalt von 0,05 % in der Atmungsluft ruft nach kürzerer oder längerer Zeit bei den in einer solchen Atmosphäre arbeitenden Bergleuten Vergiftungserscheinungen hervor, indem das Blut unfähig zur Sauerstoffaufnahme gemacht wird. Um diese Vergiftungsgefahr rechtzeitig erkennen und wirksam verhüten zu können, war es nötig, Vorrichtungen zu schaffen, die einen Kohlenoxydgehalt der Luft rasch und zuverlässig nachzuweisen gestatten. Einen derartigen Luftprüfer, der mit allen zum Nachweis des Kohlenoxyds erforderlichen Reagentien in einem handlichen Holzkoffer untergebracht ist, hat das *Drägerwerk* in Lübeck auf den Markt gebracht. Er besteht aus einer kleinen Glasspritze, mit der die zu untersuchende Luftprobe in der Grube entnommen wird. Die Luftprobe wird langsam durch ein wenig Kupferchlorürlösung hindurchgeblasen, die hierauf mit Wasser verdünnt und mit einem Tropfen Palladiumlösung versetzt wird. Schon bei einem Kohlenoxydgehalt der Luft von 0,01 % tritt alsbald eine Schwärzung der Lösung ein, die auf die Abscheidung von metallischem Palladium zurückzuführen ist; enthält die Luft z. B. 0,05 % Kohlenoxyd, so ist die Schwarzfärbung der Lösung momentan wahrnehmbar. Der Nachweis des Kohlenoxyds ist also sehr einfach auszuführen und erfordert keine chemischen Kenntnisse. Bei einiger Übung kann man aus der Raschheit und der Stärke, mit der die Schwärzung der braunen Lösung eintritt, sogar die Menge des in der Luft enthaltenen Kohlenoxyds einigermaßen genau feststellen. Die Handlichkeit des Apparats und die leichte Ausführbarkeit der Untersuchung machen den Apparat für den Grubenbetrieb besonders wertvoll, aber auch für andere Zwecke ist er gut verwendbar, wie z. B. für heizungstechnische und gewerbehygienische Untersuchungen, zur Prüfung der Luft in Räumen, in denen sich Wassergas- oder Kraftgasgeneratoren befinden, und zu ähnlichen Zwecken. S.

## Zeitschriftenschau.

(Selbstanzeigen.)

**Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. Juli 1915.**

*Strahlungsenergie, Temperatur und Helligkeit des schwarzen Körpers;* von Marcello Pirani und Hildegard Miething. Es wird der Zusammenhang zwischen Strahlungsenergie, Temperatur und Helligkeit beim schwarzen Körper auf Grund theoretischer Überlegungen in guter Übereinstimmung mit dem vorhandenen experimentellen Material dargestellt. Es wird die Wirtschaftlichkeit des schwarzen Körpers als Lichtquelle einer Betrachtung unterzogen. Es wird die technische Wirtschaftlichkeit einer idealen Lichtquelle zu 0,014 Watt bezogen auf die mittlere räumliche Lichtstärke berechnet.

Über die Beziehung zwischen dem Minimum der Dispersion und dem Minimum der Ablenkung bei einem Prisma; von H. Opitz. Im Anschluß an eine in der Elster-Geitel-Festschrift veröffentlichte Arbeit wird nach einigen Ausführungen zu der Aufstellung der für ein Prisma geltenden Zerstreuungsfunktion  $\pi(n; \epsilon, \Phi)$  die Frage erörtert, ob es Prismen gibt, bei welchen Minimum der Zerstreuung und Minimum der Ablenkung zusammenfallen. Durch eine „kritische Gleichung“, eine Relation zwischen  $n$  und  $\Phi$ , wird für jedes Prisma von gegebenem Material ( $n$ ) eine „kritische Kurve“ aus den  $\pi$ -Werten hergeleitet, welche zwei Gebiete voneinander trennt, in denen die Koinzidenz der Minima für  $\Phi = 0$  und  $\Phi = 2 \arcsin \frac{1}{n}$  stattfindet. Eine graphische Darstellung zeigt den Verlauf der Minima in beiden Gebieten für alle  $\Phi$ -Werte bei gegebenem  $n$ . Zum Schluß werden einige Zerstreuungswinkel durch Integrale der  $\pi$ -Funktion ermittelt.

Über eine regulierbare Prismen-Vielfachfunktstrecke; von B. Thieme. Es wird eine allgemein verwendbare Funkstrecke beschrieben, die aus einzelnen, zumeist achteitigen Prismen besteht, so daß gewisse Vorteile in der praktischen Anwendung gegenüber den bekannten Rollen- und Scheibenlöschfunktstrecken sich ergeben.

#### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. Juli 1915.

Eine neue Gruppe elektrischer Lichterscheinungen (Vorläufige Mitteilung); von E. Goldstein. Mittelst Flaschenentladungen hat der Verfasser Kathodenstrahlen von besonderen Eigenschaften erzeugt. Die neuartigen Strahlen können in ihrer ganzen Länge oder in einem Teil derselben die Farbe des positiven Lichtes zeigen, und an Stelle des gleichmäßigen, ruhigen Leuchtens gewöhnlicher Kathodenstrahlen treten an den anomal gefärbten Strahlen stürmische Bewegungen mit scheinbarer Auflösung der Strahlenmasse in wogende Wellen oder draperieartig herabfallende Kaskaden auf.

#### Annalen der Physik; Heft 12, 1915.

Untersuchung von Absorption und Dispersion des Lichtes in Farbstofflösungen; von Bern J. van der Plaats. Die Resultate der bis heute vorgeschlagenen Dispersionstheorien sind an den Beobachtungen für Farbstofflösungen nach der Kettlerschen Methode geprüft worden. Die nach einer Interferenzmethode berechneten Berechnungsindizes ergaben für konzentrierte Lösungen die dritte Dezimalstelle genau. Es zeigte sich, daß die aus den verschiedenen Theorien berechneten Dispersionskurven nur unerheblich voneinander verschieden sind, daß sie jedoch alle eine merklich geringere Anomalie als die beobachteten Kurven aufweisen. Das Beersche Gesetz ergab sich als richtig, solange keine Fluoreszenz zu beobachten war. Falls diese entstand, so zeigte die zerlegte Absorptionskurve ein sich Emporheben nur einiger Elementarkurven.

#### Annalen der Physik; Heft 13, 1915.

Die spontane Elektronenemission glühender Metalle und das glühlektrische Moment; von W. Schlichter. Schließt man den glühlektrischen Kreis: glühendes Metall — Vakuum — kaltes Metall, ohne eine Hilfsspannung, lediglich durch eine äußere Leitungsbahn, so stellt die Anordnung ein Element dar. Der 1. Teil der Arbeit beschäftigt sich mit einer rein physikalischen Untersuchung der in diesem Kreis wirksamen spontanen Elektronenemission im Vergleich mit der durch den Sättigungsstrom gemessenen. Der 2. Teil behandelt unter mehr energetischem Gesichtspunkt die Arbeitsweise und den Wirkungsgrad der Anordnung als „glühlektrisches Element“.

Die Abhängigkeit des photoelektrischen Aufladepotentials vom Material; von E. Gehrcke und L. Janicki. Platten aus Platin, Gold, Kupfer und Zink werden im Vakuum mit einer Quecksilberquarzlampe bestrahlt und die positiven Aufladungspotentiale gemessen. Es wird gefunden, daß sich ein für die genannten Metalle gleich großes Aufladungspotential von 2,3 Volt herstellt, aber nur, wenn die Platten vorher als Kathode einer Glimmentladung in Wasserstoff gedient haben. Ferner ergibt sich, daß bei Zerstäubung in Helium und anderen Gasen niedrigere Aufladepotentiale als 2,3 Volt auftreten. Eine theoretische Erklärung für die Beobachtungen läßt sich erbringen, wobei sich ein Zusammenhang mit der Balmerischen Wasserstofftheorie im Sinne des Atommodells von Gehrcke herausstellt.

Die maximale Verdampfungsgeschwindigkeit des Quecksilbers; von Martin Knudsen. Von einer reinen, neugebildeten Oberfläche verdampft

$$43,75 \cdot 10^{-6} \sqrt{\frac{M}{T}} \cdot p \cdot S \cdot \tau \text{ Gramm,}$$

indem  $M$  = Molekulargewicht,  $T$  = absolute Temperatur,  $p$  = Dampfdruck,  $S$  = Oberflächenareal und  $\tau$  = Zeitdauer in c.g.s.-Einheiten bedeuten. Oberflächenverunreinigung wird die Verdampfungsgeschwindigkeit beträchtlich herabsetzen oder beinahe ganz vernichten können.

#### Physikalische Zeitschrift; vom 1. und 15. Juli 1915.

Über die natürliche optische Aktivität von Flüssigkeiten und Gasen; von Max Born. Die früheren Theorien zur Erklärung der natürlichen optischen Aktivität sind entweder rein phänomenologisch oder benutzen speziell Vorstellungen über den Mechanismus der Elektronenbewegungen im Molekül. In dieser Arbeit wird gezeigt, daß ein Molekül, welches mehr als drei mechanisch gekoppelte Elektronen enthält, notwendigerweise optisch aktiv ist; das ergibt sich aus der Berücksichtigung der Phasendifferenz der Elektronenschwingungen. Man gelangt auf diese Weise zu einem Verständnis der qualitativen Eigenschaften der optischen Aktivität.

Energiemessungen an Röntgenstrahlen; von B. Wijnawer und St. Sachs. Es wird eine Methode beschrieben, welche die für medizinische Praxis besonders wichtige Messung der Röntgenstrahlenenergie in einfacher Weise auszuführen gestattet. Die Methode beruht auf einem Vergleich der elektroskopischen Effekte der X- und der Gammastrahlen, wobei ein besonderes Luftelektroskop benutzt wird. Es werden auf diesem Wege Radiumäquivalente verschiedener Röntgenröhren ermittelt.

Über einen möglichen Zusammenhang zwischen den Strahlungsgeschwindigkeiten und der Quantenhypothese; von H. Rensch v. Trautenberg. Ein solcher möglicher Zusammenhang ergibt sich aus der Annahme, daß der Kern der radioaktiven Atome selbst in Rotation begriffen ist und die am Äquator befindlichen  $\alpha$ -Teile mit einer Geschwindigkeit  $v$  verliert, welche gleich ist seiner Umfangsgeschwindigkeit. Benutzt man die Ausdrücke für die elementare Masse und das elementare Trägheitsmoment des Kernes und setzt man ferner das Impulsmoment  $= \frac{h}{2\pi}$ , so läßt sich die Geschwindigkeit  $v$ , aus dem Wirkungsquantum  $h$  und der Kernladung  $(E = \frac{A}{2} e)$  berechnen. Die so berechneten Werte der  $\alpha$ -Strahl-Geschwindigkeiten zeigen leidlich gute Übereinstimmung mit der Erfahrung.



# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 37.

10. September 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Über den rhythmischen Verlauf pflanzlicher Lebensvorgänge. Von *Prof. Dr. H. Kniep, Würzburg.* (Schluß.) S. 473.

Die Kältetechnik und ihre zunehmende Bedeutung für verschiedene Gebiete. Von *Werner Ahrens, Winterthur.* S. 477.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 483.

Annalen der Physik. S. 484.

Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik. S. 484.

Meteorologische Zeitschrift. S. 484.

## Projektions-Apparate Liesegang

Man verlange  
Listen!



Neu!

Hochkerziges

Neu!

# GLOBOSCOP

entwirft scharfe, helle Lichtbilder nach jedem Papierbild. An jede elektrische Lichtleitung anzuschließen.

**Proj.-Apparate für Halbwattlampen!**

**Lichtbilder vom Kriegsschauplatz!**

**Ed. Liesegang, Düsseldorf**

Brieffach 124

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

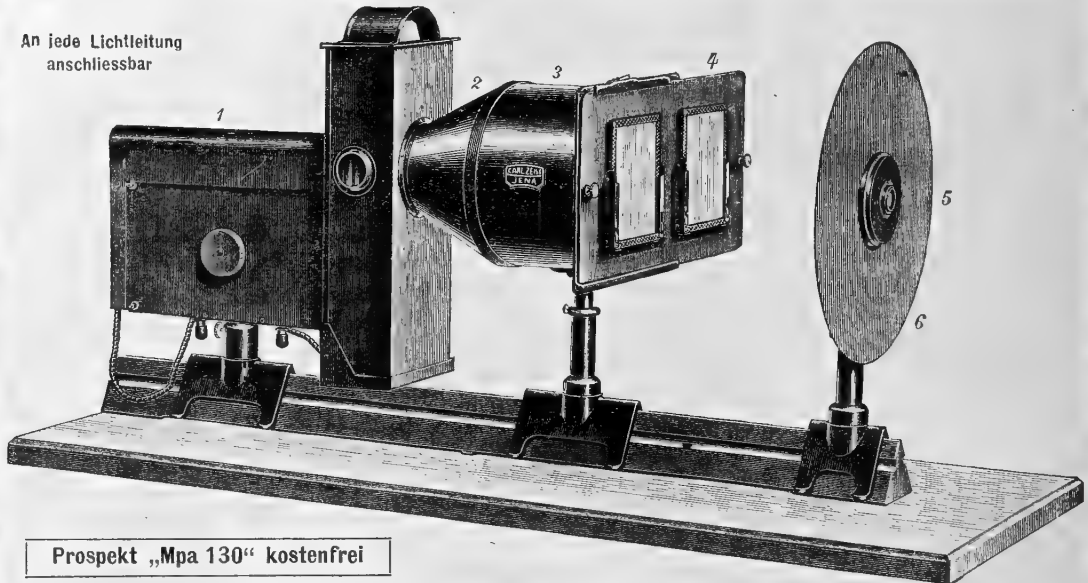
Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

# ZEISS

## KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT FÜR DIAPOSITIVE

An jede Lichtleitung  
anschliessbar



### CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · Wien · Buenos Aires.

Verlag von Julius Springer in Berlin

## Die Entropietafel für Luft

und ihre Verwendung zur Berechnung der  
Kolben- und Turbokompressoren

Von

Dipl.-Ing. Professor P. Ostertag

in Winterthur

Mit 11 Textfiguren u. 2 lithographischen Tafeln

Preis M. 2.80

## Berechnung der Kältemaschinen

auf Grund der Entropie-Diagramme

Von

Dipl.-Ing. Prof. P. Ostertag

Winterthur

Mit 30 Textfiguren und 4 Tafeln

Preis M. 4.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

10. September 1915.

Heft 37.

## Über den rhythmischen Verlauf pflanzlicher Lebensvorgänge<sup>1)</sup>.

Von Prof. Dr. H. Kniep, Würzburg.

(Schluß.)

Es mag vielleicht als eine Spitzfindigkeit erscheinen, daß ich oben die These aufstellte, das Ausbleiben der Periodizität unter gewissen konstanten Außenbedingungen sei noch kein zwingender Beweis gegen deren Autonomie. Daß das unberechtigt wäre, erhellt aus der Tatsache, daß autonome Lebensvorgänge, für die der gesetzte Fall zutrifft, tatsächlich vorzukommen scheinen. Ich denke dabei an die periodischen *Öffnungs- und Schließbewegungen der Blüten* und die *Schlafbewegungen* (nyktinastischen Bewegungen) der *Laubblätter*, denen wir uns kurz zuwenden wollen.

Zur Orientierung sei an folgende Tatsachen erinnert. Die Beobachtung in der Natur ergibt, daß viele Blüten am Tage geöffnet, nachts geschlossen sind. Die Öffnung pflegt in den ersten Morgenstunden zu beginnen, die Schließbewegung nachmittags, längere Zeit vor Einbrechen der Nacht. Analog verhält es sich mit den Schlafbewegungen der Blätter. Dieselben nehmen in den Vormittagsstunden und am frühen Nachmittag im allgemeinen eine etwa horizontale Stellung ein, die vor Beginn der Nacht langsam in eine zum Horizont geneigte Lage übergeht. Sowohl durch Licht- wie durch Temperaturwechsel werden diese Bewegungen erheblich beeinflusst. Je nach dem Objekt wirkt der eine oder der andere Faktor stärker. Pfeffer hat schon vor langer Zeit (1873) die hohe Empfindlichkeit von Crocus- und Tulipablüten gegenüber Temperaturschwankungen nachgewiesen und z. B. gezeigt, daß unter Umständen eine Temperaturerhöhung von 0,5° genügt, um in einer Crocusblüte die Öffnungsbewegung zu induzieren. Bei Blättern ließ sich die Tagstellung ohne Schwierigkeit in die Nacht verlegen, wenn der Beleuchtungswechsel entsprechend eingerichtet, also tagsüber verdunkelt und nachts beleuchtet wurde. Bei konstanter Beleuchtung dauerten zwar die rhythmischen Bewegungen noch einige Zeit in vermindelter Stärke fort (Nachwirkungen), hörten dann aber auf. Aus diesen und zahlreichen anderen Beobachtungen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, zog Pfeffer (1875) den Schluß, daß die Periodizität der Schlafbewegungen eine durch den rhythmischen Wechsel der Außenbedingungen induzierte,

also nicht eine autonome Erscheinung ist. Dieser Schluß wurde noch bekräftigt durch neuere, viel umfassendere Untersuchungen (Pfeffer 1907), aus denen hervorgeht, daß sich den Blättern mit Leichtigkeit eine ganz andere als 12 : 12-stündige rhythmische Tätigkeit, z. B. ein 18 : 18-, 6 : 6-, 3 : 3-stündiger Wechsel von Tag- und Nachtstellung aufzwingen läßt.

Im Gegensatz hierzu war nun kurz zuvor von Semon (1905) die Auffassung vertreten worden, daß der Rhythmus der Schlafbewegungen dennoch eine autonome, erbliche Erscheinung sei. Semon arbeitete mit Keimlingen von *Albizia lophantha*, die unter Ausschluß des täglichen Beleuchtungswechsels aufgezogen und zeitweise einem 6 : 6- oder 24 : 24-stündigen Beleuchtungswechsel ausgesetzt worden waren. Er fand bei ihren Blättern trotzdem Schlafbewegungen im normalen 12 : 12-stündigen Rhythmus. Er nimmt daher an, daß die Schlafbewegungen auf einer erblichen Disposition beruhen und keine rein aitiogenen Vorgänge sind. Angesichts dieses Ergebnisses fragt man sich: wie kommt es, daß in konstantem Licht oder konstanter Dunkelheit die Schlafbewegungen alsbald ausklingen? Wenn eine erbliche Periodizität vorhanden ist, so wäre doch eher zu erwarten, daß sie unter diesen Bedingungen reiner und ungetrübter als unter anderen zur Geltung kommen müßte. Semon ist der Meinung, daß Dauerlicht und längere Verdunkelung in den Blättern funktionelle Störungen hervorrufen, so daß sie in ihrer Bewegungstätigkeit gehindert werden. Ungeachtet dessen könnte die erblich vorhandene Tendenz zu diesen rhythmischen Reaktionen fortbestehen.

Es lassen sich gegen Semons Versuchsmethodik mancherlei Einwände erheben und es ist daher verständlich, daß seine Auffassung starken Zweifeln begegnete, um so mehr als das umfassende, mit viel exakteren Mitteln gewonnene Material von Pfeffer (1907) durchaus die Ansicht stützte, daß die Periodizität der Schlafbewegungen nur durch äußere Faktoren induziert sei. Immerhin war durch die Hypothese über den Einfluß konstanter Beleuchtung und Verdunkelung auf die periodischen Bewegungen eine Frage angeschnitten, die der näheren experimentellen Prüfung wert erschien. Daß Laubblätter durch langen Aufenthalt im Dunkeln geschädigt werden, ist lange bekannt. Es ist hier nicht nur die Kohlensäureassimilation ausgeschlossen, auch die Reizbarkeit wird nachteilig beeinflusst. Die Blätter geraten in einen Zustand, den man Dunkelstarre nennt. Vieles spricht dafür, daß diese Dunkelstarre mit dem Vorhandensein des Blattgrüns in irgend

<sup>1)</sup> Etwas erweiterte Form eines in der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg am 25. Februar 1915 gehaltenen Vortrags.

einer Beziehung steht. Daher mußte es nahe liegen, einmal das Verhalten solcher Blätter zu prüfen, die kein Blattgrün besitzen und ebenfalls tagesperiodische Bewegungen ausführen. Das sind die Kronblätter vieler Blüten. Aus den Untersuchungen von R. Stoppel (1910) geht nun tatsächlich hervor, daß die Blüten<sup>1)</sup> von *Calendula arvensis* in konstanter Dunkelheit sich im annähernd 12 : 12-stündigen Rhythmus vom Aufblühen bis zum Abblühen (d. h. während mehrerer Tage) öffnen und schließen. Das ist auch dann der Fall, wenn die Verdunkelung schon im jungen Knospenstadium beginnt. Hier scheint also in der Tat eine erbliche Periodizität vorzuliegen, obwohl die Blüten wie die Laubblätter in hohem Maße die Fähigkeit haben, sich veränderten Außenbedingungen anzupassen. So läßt sich die Periode leicht um 12 Stunden verschieben, wenn nachts beleuchtet, tagsüber verdunkelt wird, sie läßt sich durch 6 : 6-stündigen Beleuchtungswechsel verkürzen, durch 18 : 18-stündigen verlängern. Werden dagegen die Blüten einem 4 : 4- oder 2 : 2-stündigen Beleuchtungswechsel ausgesetzt, so tritt die 12 : 12-stündige Periodizität ihrer Bewegungen deutlich zutage; im ersteren Falle ist daneben ein deutlicher 4 : 4-stündiger Bewegungsrhythmus sichtbar, während der 2 : 2-stündige Beleuchtungswechsel sich äußerlich kaum bemerkbar macht. Auch diese Versuche sprechen also für Vorhandensein eines erblichen Rhythmus, der allerdings nicht ausschließlich die Öffnungs- und Schließbewegungen beherrscht, sondern nur als ein Faktor neben den in der Natur sicher sehr erheblichen direkten Einflüssen der Außenwelt in Rechnung zu stellen ist. Es mußte nun von Interesse sein, auch die Wirkung der dauernden Beleuchtung auf die Blüten kennen zu lernen. Hierbei zeigte sich, daß die periodischen Bewegungen *unterdrückt* werden, und daß das Licht die Blüten verhindert, ihre volle Öffnungsweite zu erreichen. Beobachtet man eine Knospe, die sich im Dauerlicht entwickelt, so sieht man, daß sie sich nur langsam öffnet, man gewinnt den Eindruck, daß das Dauerlicht eine schließende Wirkung hat, der gegenüber der Aufblühvorgang ankämpfen muß, ohne sich völlig durchsetzen zu können. Ist nun in diesen Blüten jede Periodizität erloschen oder ist sie nur äußerlich unterdrückt? Um diese Frage zu entscheiden, wurde folgender Weg eingeschlagen (Stoppel und Kniep 1911). Die Blüten wurden zuerst im Dunkeln zur Entwicklung gebracht, bis sich gezeigt hatte, auf welche Tageszeiten die Kulminationspunkte der die Öffnungs- und Schließbewegungen darstellenden Kurven fallen. Bei fortdauernder Dunkelheit würden, so lehren zahlreiche Kontrollversuche, diese Punkte an den darauffolgenden Tagen wieder auf dieselbe Zeit gefallen sein. Anstatt dessen wurden die Blüten nun kurz nach Einsetzen der Schließbewegungen

dauernd beleuchtet. Die Schließbewegung wurde unter diesen Umständen fortgesetzt. Nachdem die Blüte geschlossen war, setzte eine erhebliche Öffnungsbewegung nicht wieder ein. Die Frage ist nun, ob bei dieser Beleuchtung, die die Blüte geschlossen hält oder nur geringe Oscillationen gestattet, die rhythmischen Vorgänge quasi in unsichtbarer Form erhalten bleiben.

Wie sich aus anderen Untersuchungen ergeben hat (Stoppel 1910) ist die Phase der periodischen Prozesse für die Wirksamkeit öffnender und schließender Reize von großer Bedeutung. Wird eine verdunkelte Blüte plötzlich beleuchtet, so wird infolge dieses *Übergangsreizes* eine Öffnung angestrebt. Das Licht wirkt also als Übergangsreiz ganz anders wie als Dauerreiz. Die Übergangswirkung kommt nun um so deutlicher zum Ausdruck, je weiter die Schließbewegung der Blüte fortgeschritten ist. In der Nähe des unteren Kulminationspunktes wird sie zur Umkehr ihrer Bewegung veranlaßt, gelangt also garnicht zum völligen Schluß. Im Anfange der Schließbewegung dagegen hat der Übergangsreiz gar keine sichtbare Wirkung. Die Blüte fährt ruhig fort sich zu schließen, der Übergangsreiz klingt schnell aus, und nunmehr macht sich bei fortdauernder Beleuchtung der Dauerreiz geltend, der die nochmalige Öffnung verhindert. Wir machen jetzt die Voraussetzung, daß im Dauerlicht der Rhythmus, wenngleich äußerlich nicht sichtbar, weiter geht. Dann ist anzunehmen, daß ein öffnender Übergangsreiz nicht zu allen Zeiten gleich wirksam ist, sondern daß auch in diesem Falle der Erfolg von der zwar nicht sichtbaren, ihrer zeitlichen Lage nach aber bestimmmbaren Phase abhängt. Um das Licht als Übergangsreiz wirken zu lassen, muß natürlich vorher eine kurze Verdunkelung eingeschaltet werden. Es zeigte sich nun tatsächlich, daß die Blüte sich öffnet, wenn die Dunkelperiode kurz vor der theoretisch zu fordernden Schließung der Blüte eingeschoben wird, während der Übergangsreiz des Lichtes unwirksam ist, wenn die Verdunkelung kurz vor dem zu postulierenden Öffnungsmaximum erfolgt. Diese Tatsachen rechtfertigen also die Hypothese, daß das dauernde Licht die rhythmischen *Bewegungen* (sichtbaren Reaktionen) zwar unterdrückt, nicht aber die rhythmische Tätigkeit der Pflanze ausschaltet. Sie sprechen zugleich zugunsten der Annahme einer Autonomie der Öffnungs- und Schließbewegungen.

Neuerdings haben sich nun Tatsachen ergeben, die es auch für die Schlafbewegungen der Blätter wahrscheinlich machen, daß diese keine rein aitiogenen Vorgänge sind, sondern daß ihnen ein erblicher Rhythmus innewohnt. Pfeffer selbst hat festgestellt (1911), daß Bohnenblätter im Dauerlicht ihren 12 : 12-stündigen Bewegungsrhythmus ungeschwächt fortsetzen, wenn dafür gesorgt ist, daß das Gelenk, das an der Verbindung von Blattspreite und Blattstiel liegt und in welchem der Bewegungsmechanismus lokalisiert ist, verdunkelt

<sup>1)</sup> Richtiger: Blütenstände. Der Ausdruck Blüten soll nur der Kürze halber verwendet werden.

ist. Der schädigende Einfluß des Dauerlichts scheint also in erster Linie das Gelenk zu betreffen, das andererseits ebenso wie die *Calendula*-blüten bei dauernder Verdunkelung der Dunkelstarre nicht anheimfällt. Schließlich hat *Stoppel* (1912) gezeigt, daß *Phaseolus*-blätter von Keimlingen, die völlig im Dunkeln aufgezogen, also niemals dem täglichen Beleuchtungswechsel ausgesetzt waren, bei totalem Lichtabschluß und in völlig konstanter Temperatur typische tagesrhythmische Bewegungen ausführen. Da auch Veränderungen der Feuchtigkeit des Bodens und der Luft keinen maßgebenden Einfluß auf die Bewegungen zu haben scheinen, so liegen hier Reaktionen vor, die bei — soweit das praktisch erreichbar ist — völliger Konstanz der Außenbedingungen stattfinden, und solche Reaktionen nennen wir eben autonome — es sei denn, daß irgend ein bisher unbekannter oder unbeachteter Faktor periodisch als Reiz wirkt. Ehe wir nicht eines Besseren belehrt werden, werden wir jedenfalls annehmen dürfen, daß die Periodizität auf der spezifischen Struktur beruht, also erblich ist.

Ein Punkt freilich ist bei den *Phaseolus*-blättern noch nicht völlig aufgeklärt. Die Blätter ein und derselben Pflanze machen immer synchrone Schwingungen. Es müssen also irgendwelche Korrelationen bestehen, die vielleicht darauf beruhen, daß der Zustand der ganzen Pflanze einer Periodizität unterliegt, der sich bei allen Blättern in gleicher Weise geltend macht. Wenn das der Fall ist, so könnte man die weitere Annahme machen, daß bereits dem Samen, der während seiner Entwicklung den tagesperiodischen Änderungen der Außenwelt nicht ganz entzogen war, eine Rhythmik aufgeprägt ist, die sich in der Keimpflanze äußert. Man müßte also auch während der Samenentwicklung für konstante Bedingungen sorgen. Wenn also hier die Möglichkeit einer ursprünglichen, lange nachwirkenden Außeninduktion nicht ganz von der Hand zu weisen ist, so liegen bei *Calendula* die Dinge anders, denn hier ist nachgewiesen, daß korrelative Beziehungen dieser Art weder zwischen den einzelnen Blüten derselben Pflanze noch zwischen Laubblättern und Blüten bestehen. Die Blüten können im Dunkeln ganz unabhängig voneinander rhythmisch arbeiten, und bei geeigneter Versuchsanstellung lassen sich die Öffnungs- und Schließbewegungen zweier Blüten derselben Pflanze so gegeneinander verschieben, daß die gleichzeitigen Phasen einander entgegengesetzt sind. Es scheint also, daß die Periodizität als solche hier erblich ist, während die zeitliche Lage der Phasen durch die Außenbedingungen bestimmt wird.

Hieran anschließend mögen noch einige Beobachtungen über andere rhythmische Prozesse mitgeteilt werden. Es ist eine alte Laboratoriumserfahrung, daß man in Vegetationspunkten von Wurzeln sehr häufig, in denen grüner, oberirdischer Sprosse dagegen recht selten Kernteilungsstadien findet. *Karsten* hat nun neuerdings

(1915) festgestellt, daß das daher rührt, daß die Zellen der Sproßvegetationspunkte sich vorzugsweise nachts teilen, während die Kernteilungen bei den Wurzeln nicht zeitlich fixiert sind. Es lag nahe, auch hier einen direkten Einfluß des täglichen Beleuchtungswechsels, dem die Wurzeln ja entzogen sind, anzunehmen. Nun konnte aber *Karsten* weiter zeigen, daß auch bei Keimpflanzen, die vom Samen aus in völliger Dunkelheit und konstanter Temperatur erzogen worden waren, diese eigentümliche Periodizität der Sproßvegetationspunkte zu erkennen ist. Noch merkwürdiger als dies ist vielleicht die Tatsache, daß auch in diesem Falle das Kernteilungsmaximum gerade auf die Nacht fällt. Bei *Zea Mays* teilten sich z. B. in den Sproßvegetationspunkten gegen 4 Uhr morgens mehr Zellen als zu allen übrigen Tageszeiten. Diese Tatsache mahnt zur Vorsicht bei der Beurteilung der Frage, ob die Erscheinung eine aitiogene oder autogene ist. Man wird der Meinung *Karstens*, daß eine Vererbung der täglichen Periode des embryonalen Wachstums vorliegt, nicht ohne jeden Vorbehalt zustimmen können, sondern angesichts des merkwürdigen Synchronismus mit dem täglichen Beleuchtungswechsel zunächst noch in Erwägung ziehen, ob nicht doch Schwankungen irgendeines bisher nicht ermittelten Außenfaktors, die mit dem täglichen Beleuchtungswechsel parallel gehen, die Periodizität induziert oder wenigstens reguliert haben könnten. Auch ist ebenso wie bei *Phaseolus* zu berücksichtigen, daß die Samen der Versuchspflanzen nicht unter konstanten Bedingungen geerntet sind.

Bei vielen Algen finden die Kernteilungen gleichfalls nachts statt. Eine experimentelle Analyse dieser Erscheinung steht noch aus. Manches spricht dafür, daß es sich hier um andere Prozesse handelt als im Sproßvegetationspunkt. Die Zellen von *Spirogyra* teilen sich wenigstens bei dauernder Verdunkelung nur in der ersten Nacht nach Einsetzen der Dunkelperiode, nachher nicht wieder, obwohl sie in der Folgezeit stark in die Länge wachsen. Wenn wir annehmen, daß das Licht hier einen maßgebenden Einfluß hat, so kann dieser doch nicht einfach in der Bildung von Assimilationsprodukten bestehen, die ihrerseits die Kernteilung hemmen oder anregen könnten. Gelegentliche Versuche haben mir nämlich gezeigt, daß Ernährung der *Spirogyra* mit organischen Substanzen (Zucker, Glycerin) im Dunkeln keinen Einfluß auf die Kernteilung hat.

Wir gedenken hier auch der interessanten Resultate *Baranetzky's* (1879), der die periodische Zu- und Abnahme des Längenwachstums bei Sprossen untersucht hat. Während z. B. bei Sprossen von *Gesneria tubiflora* und *Helianthus tuberosus* nach Verdunkelung die Zuwachsbewegung nach kürzerer oder längerer Zeit ihren rhythmischen Charakter verlor, zeigten Sprosse von *Brassica rapa*, die im Dunkeln aus der Rübe ausgetrieben waren, eine Periodizität, die annä-



hernd mit dem täglichen Rhythmus übereinstimmte. Später hat *Godlewski* (1889) bei Bohnen, die bei völligem Abschluß des Lichts gekeimt hatten, ebenfalls eine periodische Wachstumstätigkeit nachgewiesen. Auch das spricht für erbliche Periodizität, obwohl der ganz exakte Beweis dafür noch nicht in den Versuchen enthalten ist.

Wir wenden uns nun noch kurz einigen anderen Erscheinungen zu. Nicht nur die vegetativen, auch die sexuellen Vorgänge unterliegen bei vielen Pflanzen einem periodischen Wechsel. Besonders interessante Beispiele sind hierfür bei verschiedenen Algen bekannt geworden. Aus der Zusammenstellung in *Oltmanns'* Handbuch (1905 Bd. II S. 587) ist zu ersehen, daß das Freiwerden der Geschlechtszellen aus den Gametangien genannten Behältern derselben bei einigen Formen zu ganz bestimmten Tageszeiten erfolgt: bei *Dasycladus* zwischen 4.20 und 4.40 nachmittags, bei *Codium* zwischen 12.20 und 12.40 mittags, bei *Bryopsis* zwischen 5 und 6 Uhr morgens. An letztere Form schließen sich zahlreiche andere an, die gleichfalls die frühen Morgenstunden wählen, während am späten Nachmittag und in den ersten Abendstunden die Gametangiententleerung nicht zu erfolgen pflegt. Einen interessanten Fall bietet *Dictyota dichotoma* dar. Die Pflanze ist getrennt geschlechtlich (diöcisch) und entleert ihre Eizellen und Spermatozoen in bestimmten Intervallen. Da die Alge weit verbreitet ist, hat man an den verschiedensten Stellen Beobachtungen machen können; diese haben zu dem merkwürdigen Ergebnis geführt, daß an der englischen Küste und im Golf von Neapel die Entwicklungsperiode der Geschlechtszellen 14 Tage dauert, an der amerikanischen Küste (Nord-Carolina) dagegen vier Wochen (vgl. *Lewis* 1910). Zugleich mit der Entleerung der ausgebildeten Gameten werden neue angelegt, die dann nach abermals 14 Tagen bzw. vier Wochen aus ihren Behältern austreten. Diese Entwicklungsperiodizität steht in einer auffälligen Beziehung zu den Gezeiten, auch in Neapel, wo der Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser bekanntlich sehr gering ist. Es liegt am nächsten, an den Einfluß irgendwelcher Außenfaktoren zu denken, die sich mit den Gezeiten periodisch ändern. Ihre Natur und Wirksamkeit ist aber noch nicht aufgeklärt. Sollte eine erbliche Periodizität vorliegen, so wird man mindestens eine Regulation derselben durch äußere Bedingungen annehmen müssen, denn es ist kaum anzunehmen, daß die erbliche Periode so scharf fixiert ist, daß männliche und weibliche Pflanzen ihre Gameten genau an dem gleichen Tage entleeren, zumal zwischen zwei geschlechtlichen Generationen bei *Dictyota* regelmäßig eine ungeschlechtliche eingeschaltet ist.

Ähnliche, noch viel auffallendere Beispiele für eine gleichzeitige Entwicklung der generativen Organe (Blüten) sind unter den Phanerogamen bekannt geworden. Dazu gehört die selt-

same, zuerst von *Fritz Müller* beobachtete Erscheinung, daß in den Tropen verschiedene Exemplare ein und derselben Art, die auf einem ziemlich weiten Gebiet zerstreut wachsen, alle an dem gleichen Tage ihre Blüten entfalten. Außer bei der Iridaceengattung *Marica* ist diese merkwürdige Erscheinung namentlich bei Orchideen (z. B. *Dendrobium crumenatum*) beobachtet worden. Ebenso rätselhaft ist das Verhalten der Graminee *Bambusa arundinacea*, von der *Brandis* berichtet, daß sie in Vorderindien alle 32 Jahre (1804, 1836, 1868) blüht, und zwar dann immer alle Exemplare zugleich. Man muß schon geologische Faktoren zu Hilfe nehmen, um hierfür eine Erklärung zu finden. Bislang fehlt uns dafür jeder Anhaltspunkt.

Ein Überblick über die periodischen Lebensvorgänge der Pflanzen, auch über die, die hier nicht erwähnt werden konnten, zeigt, daß trotz der zahlreichen, sehr verdienstvollen Arbeiten, die bisher vorliegen, der weiteren Forschung noch sehr vieles vorbehalten bleibt. Gerade die Autonomiefrage, die von jeher besonderes Interesse erweckt hat, ist für die Mehrzahl der Erscheinungen noch nicht gelöst.

#### Wichtigste Literatur.

1. *Baranetzky, J.* 1879. Die tägliche Periodizität im Längenwachstum der Stengel. *Mémoires de l'Acad. des sciences de St. Pétersbourg*, 7. Serie, Bd. 27, Nr. 2.
2. *Bordage, Edm.* 1910. A propos de l'hérédité des caractères acquis. *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 7. Serie, Bd. 54, Paris.
3. *Brandis D. J.* 1887. Bambusen in „Die natürlichen Pflanzenfamilien“ von *Engler* und *Prantl* Bd. II, Abt. 2.
4. *Fischer, A.* 1890. Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse, *Jahrb. f. wiss. Botanik* Bd. 22.
5. *Goebel, K.* 1880. Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Blätter. *Botan. Zeitg.* Bd. 38.
6. *Godlewski, E.* 1889. Über die tägliche Periodizität des Längenwachstums. *Anzeiger der Akad. d. Wissensch. in Krakau*.
7. *Johannsen, W.* 1906. Das Ätherverfahren beim Frühtreiben. 2. Aufl. Jena.
8. *Johannsen, W.* 1913 a. Elemente der exakten Erblchkeitslehre. 2. Aufl. Jena.
9. *Johannsen, W.* 1913 b. Ruheperioden in: *Handwörterbuch der Naturwissenschaften* Bd. VIII.
10. *Jost, L.* 1913. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 3. Aufl. Jena.
11. *Karsten, G.* 1915. Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode. *Zeitschr. f. Botanik* Bd. 7.
12. *Klebs, G.* 1903. Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena.
13. *Klebs, G.* 1904. Über Probleme der Entwicklung. *Biolog. Zentralblatt* Bd. 24.
14. *Klebs, G.* 1909. Über die Nachkommen künstlich veränderter Blüten von *Sempervivum*. *Sitzungsberichte d. Heidelberger Akademie* Jahrg. 1909.
15. *Klebs, G.* 1911. Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen. *Ebenda* Jahrg. 1911.
16. *Klebs, G.* 1912. Über die periodischen Erscheinungen tropischer Pflanzen. *Biolog. Zentralblatt* Bd. 32.
17. *Klebs, G.* 1913. Über das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. *Sitzungsber. d. Heidelb. Akad.* Jahrg. 1913.

18. Klebs, G. 1914. Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. Abhandlungen d. Heidelb. Akademie math.-naturw. Klasse Nr. 3.
19. Klebs, G. 1915. Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten. Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. 56 (Pfeffer-Festschrift).
20. Lakon, G. 1912. Die Beeinflussung der Winterruhe der Holzgewächse durch Nährsalze.
21. Lewis, J. F. 1910. Periodicity in Dictyota at Naples. Botanical Gazette Bd. 50.
22. Magnus, W. 1913. Der physiologische Atavismus unserer Eichen und Buchen. Biolog. Zentralblatt Bd. 33.
23. Molisch, H. 1909. Das Warmbad als Mittel zum Treiben der Pflanzen. Jena.
24. Müller, Fritz. 1882. Bemerkungen zu Hildebrands Abhandlung über die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen. Englers botanische Jahrbücher Bd. 2.
25. Müller-Thurgau, H. 1882. Über Zuckeranhäufung in Pflanzenteilen infolge niedriger Temperatur. Landwirtsch. Jahrbücher Bd. 11.
26. Niklewski, B. 1905. Über die Umwandlungen einiger stickstoffreicher Reservestoffe während der Winterperiode der Bäume. Beih. z. botan. Zentralblatt Bd. 19, Abt. I.
27. Oltmanns, F. 1905. Morphologie und Biologie der Algen Bd. II. Jena.
28. Pfeffer, W. 1873. Physiologische Untersuchungen. Leipzig.
29. Pfeffer, W. 1875. Die periodischen Bewegungen der Blattoorgane. Leipzig.
30. Pfeffer, W. 1901. Pflanzenphysiologie Bd. II 1. Abt.
31. Pfeffer, W. 1907. Untersuchungen über die Entstehung der Schlafbewegungen der Blattoorgane. Abhandl. d. math.-phys. Klasse d. Kgl. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. 30.
32. Pfeffer, W. 1911. Der Einfluß von mechanischer Hemmung und Belastung auf die Schlafbewegungen. Ebenda Bd. 32.
33. Ramann, E. und Bauer, H. 1912. Trockensubstanz, Stickstoff und Mineralstoffe von Baumarten während einer Vegetationsperiode. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 50.
34. Sachs, J. 1882 und 1887. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie 1. und 2. Aufl. Leipzig.
35. Schimper, A. F. W. 1898. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena.
36. Semon, R. 1915. Über die Erblichkeit der Tagesperiode. Biolog. Zentralblatt Bd. 25.
37. Simon, S. V. 1906. Untersuchungen über das Verhalten einiger Wachstumsfunktionen sowie der Atmungsstärke der Laubbölder während der Ruheperiode. Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. 43.
38. Simon, S. V. 1914. Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropengebieten heimischen Bäume. Jahrbücher für wiss. Botanik Bd. 54.
39. Smith. 1909. On the internal temperature of leaves etc. Annals of the R. Botanical Gardens Peradeniya Vol. IV.
40. Späth, H. 1912. Der Johannistrieb. Inaug.-Diss. Berlin.
41. Stoppel, R. 1910. Über den Einfluß des Lichts auf das Öffnen und Schließen einiger Blüten. Zeitschr. für Botanik Bd. 2.
42. Stoppel, R. 1912. Über die Bewegungen der Blätter von Phaseolus bei Konstanz der Außenbedingungen. Berichte d. deutsch. botan. Gesellsch. Bd. 30.
43. Stoppel, R. und Kniep, H. 1911. Weitere Untersuchungen über das Öffnen und Schließen der Blüten. Zeitschr. für Botanik Bd. 3.
44. Volkens, G. 1912. Laubfall und Lauberneuerung in den Tropen. Berlin.
45. Weber, Fr. 1911. Über die Abkürzung der Ruheperiode der Holzgewächse durch Verletzung der

Knospen, beziehungsweise Injektion derselben mit Wasser. Sitzungsber. d. math.-naturw. Kl. d. Wiener Akademie Bd. 120, Abt. I.

46. Wright, Herb. 1904/05. Foliar Periodicity of Endemic and Indigenous Trees in Ceylon. Annals of the R. Botanical Gardens Peradeniya Vol. II.

## Die Kältetechnik und ihre zunehmende Bedeutung für verschiedene Gebiete.

Von Werner Ahrens, Winterthur.

*Anwendungsgebiet und Zweck der künstlichen Kühlung.* Die Kältetechnik hat im Laufe der Jahre eine viel größere Bedeutung erlangt, als dem Fernstehenden in der Regel bekannt zu sein pflegt. Daß Brauereien, Schlachthöfe, Molkeereien usw. Anlagen für die Erzeugung künstlicher Kälte besitzen, ist zwar allgemein bekannt, auch daß große städtische Markthallen gleichzeitig Kühlhallen sind, deutet schon auf die vielseitige Anwendung der künstlichen Kühlung im Nahrungsmittelgewerbe hin. Dabei wird sich der Nichtspezialist von der Vielseitigkeit, die in solchen Kühlhallen anzutreffen ist, sowie von den Sorgen, welche jedes einzelne zu konservierende Lagergut bereiten kann, kaum einen rechten Begriff machen. Russische Gänse, skandinavische Fische, galizische Eier, überseeisches Gefrierfleisch, sibirische Pelze und deutsches Gemüse geben sich, alle nationalen Gegensätze und alle Unterschiede in bezug auf Lebensbedingungen vergessend, dort ihr Stelldichein. Sie werden, wenn es nottut, schon auf dem Transport dorthin in der Eisenbahn oder im Schiffe gekühlt.

Bei der Lebensmittelkonservierung handelt es sich vielfach darum, die Anpassungsfähigkeit zwischen Zufuhr und Verbrauch zu vergrößern; Eier, Wild, Gefrierfleisch werden zu bestimmten Jahreszeiten eingebracht und so lange konserviert, bis sie zu den Zeiten des Bedarfs (oft mehrere Monate später) zum Verbrauch kommen. Zur Stunde spielt die Konservierung der jungen, zum Einpökeln weniger geeigneten Schweine eine wesentliche Rolle. Handelt es sich doch darum, mehrere Millionen dieser Schweine zu konservieren. Eier, die aus Galizien und Rußland importiert zu werden pflegen, sind zumeist von Mitte des Jahres bis Ende des Jahres zu konservieren. Die Zahl der Beispiele würde sich noch wesentlich erweitern lassen.

Die „Lebensbedingungen“ der Kühlgüter, die man ebensogut als „Abtötungsbedingungen“ bezeichnen könnte, weil es sich darum handelt, den kleinen Mikroben die Lebensmöglichkeit zu nehmen und etwa vorhandene Mikroben unschädlich zu machen, sind für verschiedene Kühlgüter sehr verschieden, denn es kommt bei der Kühlung nicht nur auf die Temperatur, sondern auch auf den Feuchtigkeitsgehalt der Luft an. Es gibt Kühlgüter, die feuchte, und solche, die trockene Luft erfordern, sowie solche, die nur bei ganz

bestimmtem Feuchtigkeitsgehalt wirklich gut konserviert werden können. Eier z. B. trocknen bei zu geringem Feuchtigkeitsgehalt aus und nehmen bei zu feuchter Luft von der zur Verpackung dienenden Holzwolke einen muffigen Geruch an. Auch für den Reife-prozeß, den bekanntlich jedes geschlachtete Fleisch durchmachen muß, um schmackhaft zu werden, spielt die künstliche Kühlung eine wesentliche Rolle. Frisch geschlachtetes Fleisch muß, um schmackhaft zu werden, einige Tage lagern. Das setzt im Sommer die Kühlung voraus, die früher mit Natureis erfolgte, wobei der Nachteil besteht, daß leicht Bakterien auf das Fleisch übertragen werden und die Oberfläche schimmelig wird.

Fig. 1 und 1a zeigen Kulturplatten, die den großen Unterschied zwischen künstlicher Kühlung und Natureiskühlung erkennen lassen.



Fig. 1. Kulturplatte aus einem mit Natureis gekühlten Raum.

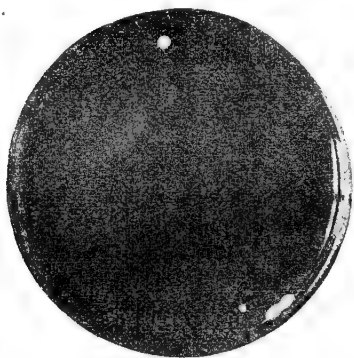


Fig. 1a. Kulturplatte aus einem mit künstlicher Kühlung ausgestatteten Raum.

In heißen Gegenden, besonders in Südamerika, aber auch in Nordamerika bietet das Kunsteis einen unentbehrlichen Gebrauchsartikel des einzelnen Haushaltes, der in ähnlicher Weise wie bei uns die Milch dem Abnehmer täglich ins Haus gebracht wird.

Die verschiedenen Zweige, für welche Kälte zur Anwendung kommt, lassen sich in Hauptgruppen einteilen, beispielsweise wie folgt:

1. Konservierung von Lebensmitteln (Fleisch, Fisch, Eier, Gemüse, Milch, Butter, Käse,

Erzeugnisse der Schokoladenindustrie), ferner für die Kühlung in der chemischen Industrie, die Konservierung in Anatomien, Leichenhäusern usw.

2. Erzeugung von Eis, das für die verschiedensten Zwecke zur Anwendung kommen kann.
3. Verwendung in Brauereien zur Würzekühlung, in den Gärkellern usw. Außer für die Kühlung pflegt in den Brauereien sowie in manchen andern Verwendungszweigen der Kältetechnik für die Eiserezeugung Kälte benötigt zu werden.
4. Erstarrung von Substanzen oder Trennung von Gemischen durch Abkühlung. Das Erstarren findet eine bedeutende Vertretung im Schachtabteufen in Bergwerken, dort, wo es sich darum handelt, einen Schacht in schlammigem, wasserhaltigem Boden abzuteufen. Das Schachtabteufen mit dem Gefrierverfahren geht so vor sich, daß im Umkreis des Schachtes Rohre in das Erdreich getrieben werden und durch diese eine Kühlflüssigkeit geleitet wird. Durch den Gefrierprozeß erstarrt die Umgebung, sodaß sie als feste zusammenhängende Masse ausgehoben werden kann. Nach dem Ausheben erhält das Bohrloch eine wasserundurchlässige Ausfütterung.
5. Die Trennung von Flüssigkeitsgemischen findet in der chemischen Industrie Anwendung. Die Abkühlung erfolgt bei einem aus zwei Substanzen bestehenden Gemisch bis zu der Temperatur, bei der die eine Substanz erstarrt und die andere noch flüssig bleibt. Auch bei der Salpetergewinnung wird die Kälte in ähnlicher Weise für die Trennung von Luft in ihre Bestandteile Sauerstoff und Stickstoff nutzbar gemacht.

Als ein Anwendungsgebiet der künstlichen Kühlung, bei dem man bisher wegen der nicht unbedeutenden Anlagekosten über einzelne versuchsweise Ausführungen nicht hinausgekommen ist, kann die Kühlung von Theatern, Sälen, Bureau- und Wohnräumen bezeichnet werden. Es leuchtet ein, daß in heißen Gegenden durch künstliche Kühlung der Besuch der Theater und in Bureauräumen (Banken usw.) das Maß der geleisteten Arbeit wesentlich gehoben werden kann. Daher dürfte es keinem Zweifel unterliegen, daß in der Zukunft solche Anlagen in größerem Umfang Verwendung finden werden, zumal die Einrichtung, wenn sie sogleich bei Erstellung der Gebäude installiert wird, auch hinsichtlich der Erstellungskosten mit zulässigen Mitteln zu verwirklichen ist.

Das älteste und auch heute noch bedeutendste Anwendungsgebiet stellt das Brauereifach dar. Maschinenanlagen von über 1 000 000 Cal/st Kälteleistung sind in Brauereien keine Seltenheit. Schlachthöfe in allen Größen — die größ-

ten Anlagen durch die überseeischen Fleischgefrieranstalten dargestellt, bilden ferner ein hervorragendes Anwendungsfeld der künstlich erzeugten Kälte. Einzelne Fleischgefrieranstalten haben Kälteleistungen von 5 000 000 Cal/st, entsprechend ca. 3000 PS Maschinenleistung. Sie sind für das tägliche Schlachten von mehreren tausend Rindern ausreichend, vermögen also den Fleischverbrauch eines Landes in der Größe Dänemarks oder der Schweiz zu decken.

Auch für den Lebensmitteltransport auf Schiffen oder der Eisenbahn sind Kühlanlagen nötig. Die Schiffe werden in der Regel mit *Schiffskühlmaschinen* ausgerüstet, während für den Bahntransport Kühlwagen mit *Eiskühlung* bevorzugt werden, da diese kein Bedienungspersonal während der Bahnfahrt benötigen. Die Fischtransporte von Skandinavien nach Deutschland erfolgen beispielsweise in solchen Kühlwagen.

Die letzten Jahre zeichnen sich besonders durch die Ausbreitung der Kälteindustrie auf den Kleinbetrieb aus, beispielsweise finden Kältemaschinen in kleinen Metzgereien, Restaurants, Krankenhäusern usw. zurzeit in hohem Maße Verwendung.

*Verfahren der Kälteerzeugung.* Das Wesentlichste an der Erzeugung künstlicher Kälte ist, so widerspruchsvoll das klingen mag, daß sie in der Regel aus Wärme erzeugt wird, und zwar entweder mit Hilfe von unbeweglichen Apparaten, durch sogenannte heute nur noch selten angewendete Absorptionsanlagen oder mit Hilfe von Maschinen, durch Kompressionsanlagen. In beiden Fällen wird die Kälte durch das Verdampfen von Flüssigkeiten (Kälte-träger) erzeugt, zu welchem Zweck ein Verdampfer — das ist eine Gruppe von Rohrschlangen, in denen der Kälte-träger verdampfen kann — vorhanden ist. Alle sonstigen zur Kälteanlage gehörenden Apparate und Maschinen dienen nur der Wiederverflüssigung des verdampften Kälte-trägers zwecks neuerlicher Verwendung.

Die sogenannte Verdunstungskälte, die stets beim Verdampfen von Flüssigkeiten auftritt und die sich bei leicht flüssigen Stoffen besonders stark bemerkbar macht, ist uns aus dem täglichen Leben bekannt. Beim Benetzen unserer Handflächen mit Benzin, Äther und dergleichen verspüren wir sie. Weniger gewöhnt sind wir an die für das Verständnis des Kältevorganges wichtige Vorstellung, daß die Verdampfung der Kälte-träger bei sehr niedrigen Temperaturen vor sich geht. Unsere Vorstellung vom Verdampfen knüpft sich mehr oder weniger an das Wasser, und vom Wasser wissen wir, daß dasselbe in der atmosphärischen Luft (unter 760 mm Druck) erst bei 100 °C. verdampft, also bei einer Temperatur, die erheblich höher ist als die Temperatur des menschlichen Körpers, an der wir die Begriffe „kalt“ und „warm“ zu messen pflegen. Am verdampfenden Wasser laufen wir Gefahr, uns die

Hände zu verbrennen, am verdampfenden Ammoniak riskieren wir sie dagegen zu erfrieren, denn Ammoniak geht bereits bei — 30 °C. in der atmosphärischen Luft (unter 1 at. Druck) in den gasförmigen Zustand über. Unter dem Druck von 12 at ist die Verdampfungstemperatur etwa + 30 °. Die Verdampfungstemperatur ist also von dem Druck abhängig, unter dem die verdampfende Flüssigkeit steht. Das ist eine Erscheinung, die wir ebenfalls vom Wasser her kennen. Die Abhängigkeit der Verdampfungstemperatur vom Druck geht aus nachstehender Tabelle hervor, in der die entsprechenden Werte für Ammoniak, Kohlensäure und Wasser angegeben sind.

Verdampf. Temp. in Grad Celsius	Druck absol. in kg pro qcm		
	Ammoniak NH <sub>3</sub>	Kohlensäure CO <sub>2</sub>	Wasser H <sub>2</sub> O
— 30	1,19	15,0	—
— 20	1,90	20,3	0,0012
— 10	2,92	27,1	0,0028
0	4,35	35,4	0,0060
+ 10	6,27	45,7	0,0121
+ 20	8,79	58,1	0,0229
+ 30	12,01	73,1	0,0415
+ 40	16,01	—	0,0722

Aus den vorstehenden Ausführungen ist zu entnehmen, daß Ammoniak und Kohlensäure mit einfachen technischen Mitteln sowohl verdampft wie auch verflüssigt werden können, denn dampfförmiges Ammoniak geht bei den für den Kühlmaschinenbetrieb in Frage kommenden Sommertemperaturen von 10 bis 30 °C. beispielsweise bei Drucken von 6 bis 12 at in den flüssigen Zustand über, und flüssiges Ammoniak verdampft unter atmosphärischem Druck wiederum bei sehr niedrigen Temperaturen. Um Ammoniak bei den Sommertemperaturen in den verschiedenen Klimaten zu verflüssigen, genügt das Komprimieren auf 8 bis 12 at und Abkühlen der beim Komprimieren erhitzten Gase mit Hilfe von Brunnen-, Fluß- oder Seewasser. Kühlwasser von 15 °C. Temperatur gestattet im Betrieb beispielsweise die Verflüssigung des Ammoniaks bei etwa 17—18 °C.

Soll das verflüssigte Ammoniak wieder verdampfen, so ist es lediglich nötig, es in einen unter geringerem Druck stehenden Behälter strömen zu lassen. Die Durchführung des Kälteprozesses und die Wiedergewinnung des Kälte-trägers ist demnach mit folgenden (in Fig. 2 schematisch dargestellten) Einrichtungen möglich:

1. einem Verdampfer, in dem der flüssige Kälte-träger verdampft, wobei er kalt wird. (Der Druck im Verdampfer sei beispielsweise 2 at, entsprechend einer Verdampfungstemperatur von ca. — 18 °C., wenn für das Beispiel Ammoniak als Kälte-träger angenommen wird.)

2. einem Kompressor, der den dampfförmigen Kälte­träger aus dem Verdampfer ansaugt und verdichtet. Die Verdichtung soll beispielsweise auf 10 at absoluter Spannung, entsprechend einer Verflüssigungstemperatur von ca.  $+25^{\circ}\text{C}$ . getrieben werden. Bei der Verdichtung erhöht sich die Temperatur des Kälte­trägers bedeutend, da die im Kompressor aufgewendete Arbeit sich in Wärme umsetzt.
3. einem Kondensator, in den der Kompressor die verdichteten und erhitzten Gase drückt und in dem diese nach und nach auf die Temperatur des Kondensator­kühlwassers abgekühlt und verflüssigt werden.

Mit den vorstehend genannten Einrichtungen geschieht nun die Kälte­erzeugung wie folgt:

Die als Kälte­träger gewählte Flüssigkeit (in der Regel Ammoniak oder Kohlensäure) fließt durch ein stark abgedrosseltes Ventil *R* (siehe Fig. 2) in die Rohrschlangen des Verdampfers *V*. Vor dem abgedrosselten Ventil, also im Kondensator, steht der flüssige Kälte­träger unter hohem Druck, nach dem Passieren des Ventils,

erzeugung je nach den zur Anwendung kommenden Energiequellen und sonstigen Verhältnissen mehr oder weniger zahlreiche Energieumformungen nötig. Wenn beispielsweise für den Antrieb einer Kältemaschine elektrische Energie von einem Elektrizitätswerk genommen wird, ergeben sich folgende Umformungen:

1. Die latente Energie der Kohle wird mit einem Dampfkessel in Dampf übergeführt.
2. Der Dampf wird in mechanische Arbeit umgesetzt, beispielsweise in einer Dampfturbine.
3. Die mechanische Arbeit wird mit einer Dynamomaschine in Elektrizität umgeformt.
4. Die vom Kraftwerk erzeugte Elektrizität dient zum Antrieb eines Elektromotors am Verwendungsort, wird also wieder in mechanische Arbeit verwandelt.
5. Der vom Motor angetriebene Kältekompressor endlich dient, und zwar nur indirekt, zur Erzeugung der Kälte.

Bei jeder Umformung vermindert sich die

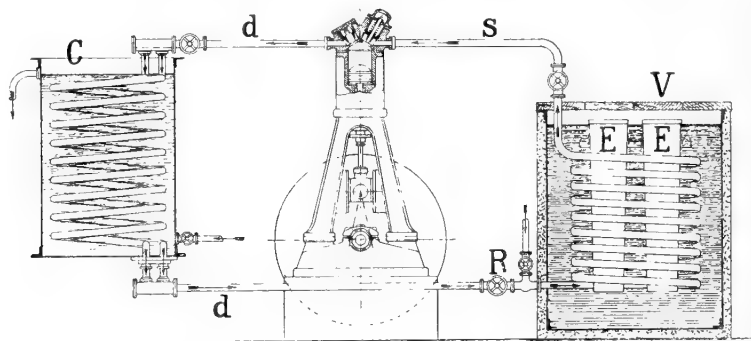


Fig. 2. Schema einer Kompressionskälteanlage.

im Verdampfer *V*, aber unter niedrigem Druck. Wegen des niedrigen Druckes beginnt er sofort zu verdampfen. Die bei der Verdampfung entstehende Kälte wird an die Rohrschlangen und von diesen an die Umgebung (Luft, Salzlösung, Süßwasser o. a.) abgegeben. Der verdampfte Kälte­träger wird durch die Rohrleitung *S* wieder vom Kompressor angesaugt, komprimiert und durch die Rohrschlangen des Kondensators *C*, in dem die durch die Kompression erhitzten Gase durch das Kühlwasser abgekühlt und wieder verflüssigt werden, gedrückt. Die Außenwandungen der Kondensatorrohre werden von dem durch das Kondensatorgefäß fließenden Wasser umspült.

Bei dem heute nur noch wenig verbreiteten Absorptionsverfahren tritt an Stelle der mechanischen Arbeit die direkte Nutzbarmachung der Verbrennungswärme. Der Kompressor wird dort durch Apparate (Absorber, Kocher) ersetzt.

Beim Kompressionsverfahren muß für die Kälte­erzeugung also mechanische Arbeit aufgewendet werden, und da diese in der Regel nicht direkt zur Verfügung steht, sind für die Kälte­

Menge der praktisch verwertbaren Energie und zwar, wie das Schaubild Fig. 3 zeigt, bedeutend. Im Kältekompressor ist die nutzbare Energie bereits auf  $\frac{1}{10}$  der in der Kohle schlummernden gesunken. Zunächst überraschend wirkt im Schaubild, daß die im Luftkühler nutzbar werdende Energiemenge gegenüber der im Kältekompressor zur Verfügung stehenden erheblich angewachsen ist. Die Ursache liegt darin, daß die Kältemenge, die der Luftkühler abgibt, nicht allein aus der Kohle, sondern auch aus dem Kühlwasser des Kondensators, welches letzteres in der Regel in ausreichender Menge zu relativ geringem Preis zur Verfügung steht, gewonnen wird. Das Kühlwasser erwärmt sich bei dem Prozeß um einige Wärmegrade. Trotz dieser Mitwirkung des Kühlwassers beträgt die Kälteleistung im Luftkühler in Calorien ausgedrückt, nur etwa 40 % der in der Kohle ruhenden Energie.

Je kleiner die Maschinenleistung, um so geringer pflegt in der Regel der Nutzeffekt zu sein, d. h. um so weniger Kälte wird aus einer bestimmten Kohlen- oder Brennstoffmenge gewon-



nen. Während bei den großen Anlagen mit 1 PS-st 2500 Calorien erzeugt werden, vermögen die ganz kleinen Anlagen von etwa 1 PS Maschinenleistung nur 500 Calorien in der Stunde abzugeben.

Selbstverständlich kann auch der Kältekompressor direkt von einer Dampfmaschine oder von einer anderen Wärmekraftmaschine angetrieben werden, oder es läßt sich die Elektrizität durch Wasserkraft erzeugen u. a. m. Die direkte Kuppelung des Kompressors mit einer Dampfmaschine, einem Dieselmotor usw. ist vielfach bei größeren Anlagen empfehlenswert, während bei kleineren der Antrieb durch Elektromotor erfolgt, sodaß in diesem letzteren Fall zumeist mit der in vorstehendem Beispiel erwähnten fünffmaligen Energieumformung zu rechnen ist.

konzentrisch ineinander gesteckt werden, derart, daß beispielsweise das innere vom Kälte-träger, das äußere vom Kühlwasser durchflossen wird. Im Berieselungskondensator kann bei trockener Luft und bei guter Luftbewegung das Kühlwasser sehr rationell ausgenutzt werden, da es während des Berieselns zum guten Teil verdunstet und dabei Verdunstungskälte abgibt. Die Doppelrohrkondensatoren gestatten dort, wo reichlich Kühlwasser billig zur Verfügung steht, mit wenig Rohrschlangen und geringen Anlagekosten auszukommen.

Die Konstruktion der Verdampfer richtet sich darnach, ob Flüssigkeit oder Luft gekühlt werden soll. Im ersteren Fall kann der Verdampfer genau so wie der Kondensator gebaut werden, im letzteren Fall besteht er aus Rohrschlangen, die

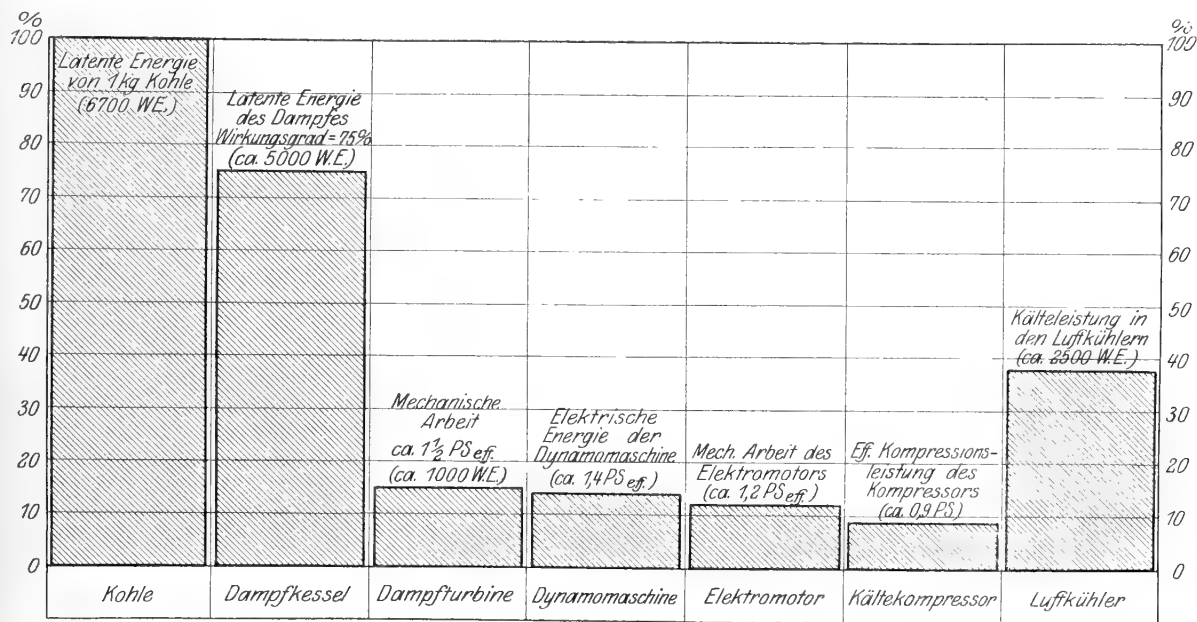


Fig. 3. Die bei den verschiedenen Umformungen der Energie auftretenden Verluste. Latente Energie der Kohle—Dampf—Elektrizität—Mechanische Arbeit—Kälte.  
(Die einzelnen Schaubildflächen geben für die verschiedenen Umformungen an, wieviel Prozent der ursprünglich in der Kohle enthaltenen Energie nutzbringend umgeformt werden konnten. Die letzte Fläche „Luftkühler“ bezeichnet die nutzbare Kälteleistung. Daß diese gegenüber derjenigen des Kältekompressors erheblich gestiegen ist, erklärt sich aus der Nutzbarmachung des Kühlwassers für den Kälteprozeß.)

Fig. 4 zeigt, welche Eismenge mit einer bestimmten Kohlenmenge unter durchschnittlichen Verhältnissen erzeugt werden kann.

Die praktische Durchführung. Die Kompressoren, die für kleinere Anlagen zumeist stehend (nach Fig. 5), für große liegend ausgeführt werden, sind Gaspumpen und die Kondensatoren gekühlte Rohrschlangen mit den nötigen Zubehören. Man unterscheidet Flüssigkeitskondensatoren, die aus einem vom Kühlwasser durchflossenen Gefäß und den im Kühlwasser befindlichen, vom Kälte-träger durchströmten Rohrschlangen bestehen; Berieselungskondensatoren, bei denen die vom Kälte-träger durchströmten Rohre nur vom Kühlwasser berieselt werden; Doppelrohr-Kondensatoren, bei denen stets zwei Rohre

vom verdampfenden Kälte-träger durchströmt und von der zu kühlenden Luft umspült werden. Die Rohrschlangen sind bei den Luftkühlern in eine Kammer eingebaut, durch welche die zu kühlende Luft mittelst eines Ventilators gedrückt und durch Kanäle zu den Kühlräumen geleitet werden kann. In den Kanälen angebrachte Öffnungen gestatten der Luft, in die Räume hinunterzusinken (Fig. 6).

Eine Abart der Verdampfer sind die Eisgeneratoren. Sie bestehen aus einem Behälter von meistens rechteckigem Querschnitt, in dessen oberem Teil die zu Reihen vereinigten und mit Süßwasser gefüllten sogenannten Eiszellen eingehängt werden und dessen unterer Teil von Verdampferschlangen eingenommen wird. Der Be-

hälter ist mit Sole gefüllt, die von den Verdampferschlangen auf unter  $0^{\circ}$  gekühlt wird und ihrerseits die in die Sole eintauchenden Gefrierzellen bis zum Erstarren der Wasserfüllung abkühlt. Eine Vorrichtung zum Füllen und ein Kran

zum Herausheben der Zellen, ein Rührwerk zur Bewegung der Sole, Transportvorrichtungen der einzelnen Kühlzellenreihen usw. vervollständigen die Ausrüstung eines solchen Eiserzeugers. Manche anderen Vorrichtungen gehören noch

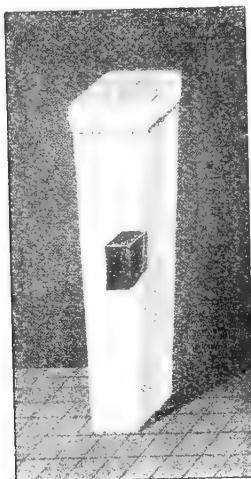


Fig. 4. Die durch eine gegebene Kohlenmenge erzeugbare Eismenge.

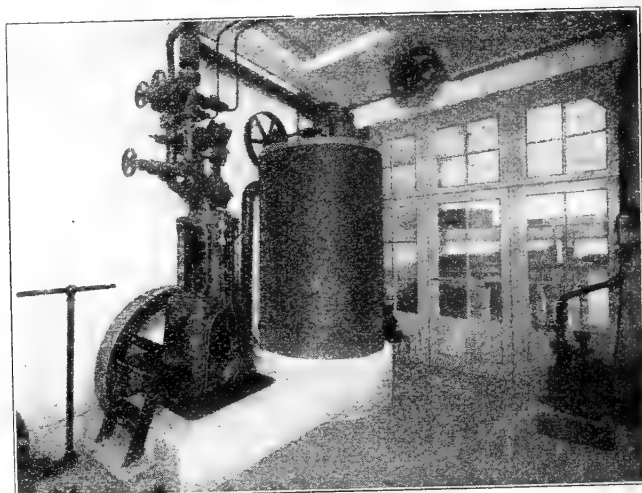


Fig. 5. Kleine Kältemaschinenanlage mit stehendem Kompressor.

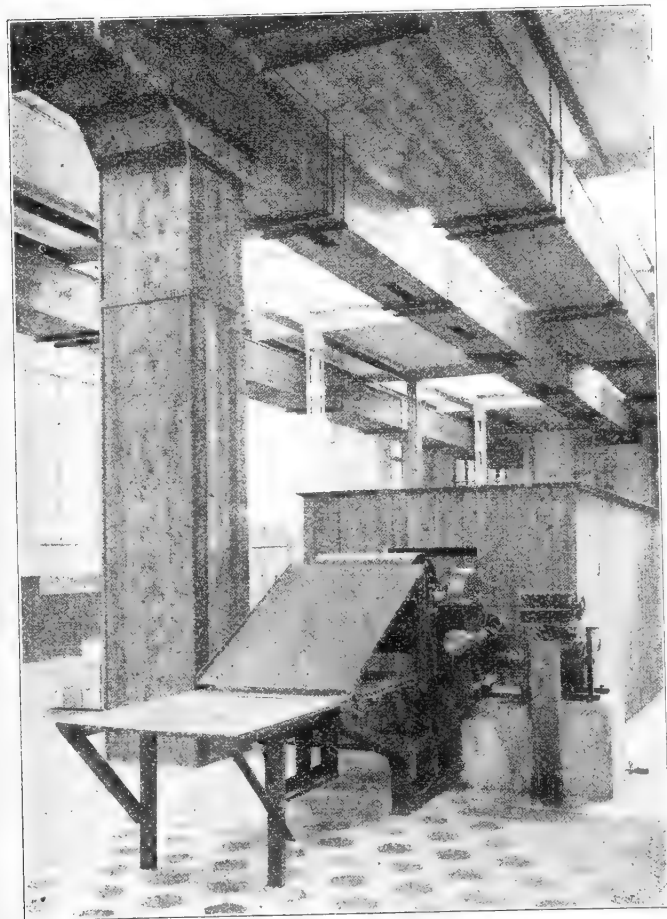


Fig. 6. Schokoladefabrikationsraum mit Deckenkanälen für die Zuführung kalter Luft.

zu einer Kälteanlage: Kühlwasser- und Solepumpen, Ammoniak- und Ölabscheider, Regulierventile u. a. m. — Von den neueren Einrichtungen sei nur die bei großen Kühlanlagen sehr empfehlenswerte *Fernregistrierung* der Kühlraumtemperaturen erwähnt. Diese Fernthermometeranlagen ermöglichen im *Maschinenraum* die in den einzelnen Kühlräumen herrschenden Temperaturen abzulesen, sodaß der Maschinenwärter die Kälteanlage richtig bedienen kann, ohne die Temperaturen an Ort und Stelle nachmessen zu müssen.

*Isolierungen.* Wenn schon bei der Beheizung unserer Wohnräume darauf geachtet wird, die Wärmeverluste in angemessenen Grenzen zu halten (genügend starke Umfassungsfenster, Doppelfenster, als Wärmeschutz wirkender Fußbodenbelag), so spielt der Kälteschutz bei Kälteanlagen eine noch wesentlich wichtigere Rolle, weil die Erzeugung der Kälte erheblich teurer ist als die Erzeugung der Wärme.

Die gewöhnliche Ziegelmauerung reicht bei Kühlräumen natürlich nicht aus, um einen wirkamen Kälteschutz zu schaffen. Es ist daher eine Industrie für derartige Isolierungen entstanden, die sich auf wissenschaftliche Untersuchungen aufbaut und von der als wesentliche Grundlage zu sagen ist, daß die wirksamste Isolation durch mikroskopisch kleine, luftgefüllte Zellen gebildet wird. Die Zellen müssen so klein sein, daß die Luft sich in ihnen nicht mehr bewegt. Den Einfluß, den diese Zellen ausüben, vermag man am besten am Schnee zu beobachten. Schnee in völlig fester Form (Eis) ist ein schlechter Isolator, ganz leichter, stark von Luft durchsetzter Pulverschnee ist dagegen, wie ja auch aus Erfah-

rung bekannt ist, ein vorzüglicher Isolator, der den besten praktisch zur Anwendung kommenden Isoliermaterialien gleichwertig ist.

In der Praxis wird für die Kälteindustrie vorwiegend Korkstein verwendet, jedoch sind auch Holzkohle und andere Materialien bei richtiger Anwendung ebenfalls sehr wirksam.

Um einen Vergleich zwischen den gewöhnlichen Baumaterialien und den Isoliermaterialien zu geben, sei beispielsweise erwähnt, daß die sogenannte Wärmeleitzahl für Ziegelmauerwerk 0,6, für gute Korksteinisolierung nur 0,04 ist<sup>1)</sup>, d. h. der Korkstein isoliert 15 mal so gut wie Ziegelmauerstein. Um die gleiche Wirkung zu erreichen, müßte eine Ziegelmauer also 15 mal so stark gewählt werden wie eine Wand aus Korkstein. Sollte beispielsweise die 38 cm starke, mit 10 cm Korksteinauflage ausgeführte Ziegelmauer, welche in Fig. 7 skizziert ist, durch eine gleich gut isolierende reine Ziegelmauer ersetzt werden, so müßte diese etwa 2 m stark sein, wie in Fig. 8 angedeutet. Diese Ziegelmauer würde

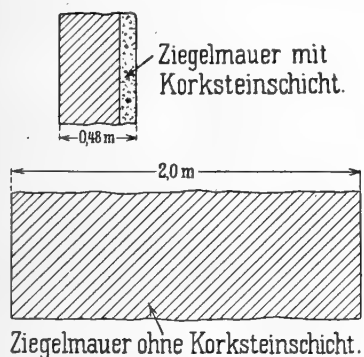


Fig. 7 und 8. Vergleich der Dicken isolierter und nichtisolierter Gebäudemauern.

so teuer und platzraubend werden, daß sie praktisch nicht ausführbar ist. Außer den Gebäudeisolationen sind Isolationen der Maschinen, Apparate, Rohrleitungen erforderlich. Beispielsweise werden die Böden und Seitenwände von Eisgeneratoren isoliert, auch erhalten die Generatoren in der Regel einen abnehmbaren Holzbelag. Auch die vom Kompressor zum Verdampfer führenden Rohrleitungen u. a. m. sind zu isolieren, damit nicht bereits im Maschinenraum eine Kühlung stattfindet, sondern erst am Verwendungsort.

## Zeitschriftenschau.

(Selbstanzeigen.)

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. August 1915.

Zur Frage, ob die Schallgeschwindigkeit in Gasen bei der Bestrahlung sich ändert; von Karl Czukur. W. Küpper hat gefunden, daß das Schalleitungsvermögen

<sup>1)</sup> Die Wärmeleitzahl gibt an, wieviel Wärme in Calorien pro Stunde durch einen aus dem betreffenden Material bestehenden Würfel von 1 m Kantenlänge hindurchfließt, wenn die Temperaturdifferenz zwischen zwei Gegenflächen des Würfels 1 °C. beträgt.

gen der Gase bei der Bestrahlung mit Röntgenstrahlung sich vergrößert. Die Erklärung dieser Erscheinung aus der Ionisation und der davon folgenden Änderung des  $\frac{c_p}{c_v}$ -Wertes nach der Boltzmannschen Theorie gelingt nicht. Verfasser erklärt das Zustandekommen des Effektes an dem Beispiel des HCl-Gases.

Aus dem aus der ultraroten Absorption berechneten Werte des Trägheitsmoments des HCl-Moleküls wurde der Schluß gezogen, daß das H-Atom um den Mittelpunkt des Cl-Atoms bez. um den Mittelpunkt des darin liegenden Elektrons rotiert, während das Cl-Atom nicht in Rotation versetzt ist. Angenommen, daß das Elektron innerhalb des Atoms asymmetrisch schwingt, wurde gezeigt, daß bei kräftiger Strahlung die Gleichgewichtslage des Elektrons in eine solche Richtung sich verlagert, daß das Trägheitsmoment sich vergrößert. Mit Hilfe der Bjerrumschen Theorie der Rotation der Gasmoleküle und durch Anwendung der Quantenlehre wurde dasselbe auch von dem  $\frac{c_p}{c_v}$ -Wert gezeigt, also indirekt von der Schallgeschwindigkeit. Die Theorie stellt auch die quantitativen Ergebnisse gut dar.

Eine Hypothese, betreffend die spezifische Wärme und Plastizität der Metalle; von Skaupy. Die positiven Atomionen eines Metalles gehören nicht dem Raumgitterverband an und besitzen daher die Energie eines einatomigen Gases und die Atomwärme 3 wie die freien Elektronen. Der ständige Energieaustausch mit den schwingenden Atomen des Gitters bedingt eine Teilnahme beider „freien“ Molekelarten am Quanteneffekt. Die durch den Austritt der Atomionen bedingte Lockerung des Kristallgitters wird als Ursache der Plastizität betrachtet.

Experimentelle Untersuchungen zur Theorie des Ferromagnetismus. I. Anfangssuszeptibilität und Annäherungsgesetz; von W. Steinhaus und E. Gumlich. Da sowohl bei der Anfangssuszeptibilität als auch bei der Annäherung an die Sättigung nur reversible Vorgänge als Beiträge zur Magnetisierung ins Gewicht fallen, läßt sich aus einer von Herrn Gans angegebenen Gleichung für die Abhängigkeit der reversiblen Suszeptibilität von der Magnetisierungsintensität ein Annäherungsgesetz aufstellen. Die Prüfung desselben an verschiedenen Materialien mit Hilfe der Joch-Isthmus-Methode bis zu Feldstärken von etwa 7000 Gauß bestätigte er bei einigen Substanzen, wie z. B. bei Gußeisen, während bei anderen, z. B. beim weichen Eisen, bei den höchsten Feldstärken nicht unerhebliche Abweichungen auftraten.

Untersuchung des lichtelektrischen Effektes der Metalle bei Anwendung von Glimmentladungen; von E. Wertheimer. Bei einer Reihe von Metallen wird der lichtelektrische Effekt bei Atmosphärendruck unter Zuhilfenahme von Glimmentladungen in H<sub>2</sub> und in Luft untersucht und gefunden, daß der Effekt von der Beschaffenheit der Metalloberfläche und der Beschaffenheit der Wasserhaut abhängig ist. Bei Cd wird eine spektrale Verschiebung der lichtelektrischen Empfindlichkeit mit der Zeit gefunden.

Der Einfluß des relativen Ankergewichtes und des Teilungsverhältnisses der Feder eines Wagnerschen Hammers auf die Primärstromausnutzung und die Funkenlänge des Inductoriums; von W. Biegon von Czudnowski. Nach kurzer Besprechung der Eigenschaften von Quecksilber-Motor- und Deprez-Unterbrechern und schnellgehenden Quecksilber-Unterbrechern und an diesen beobachteter grundsätzlicher Mängel werden die an einen zweckmäßigen Unterbrecher zu stellenden Forderungen abgeleitet und die Möglichkeit von deren einfach zu erreichender Verwirklichung gezeigt. Es folgen einige Zahlenangaben über die Beziehungen zwischen Feder- und Ankerabmessungen und Funkenlänge, sowie Hinweise auf Erhöhung der Wirkung durch Magnete, welche funkenlöschend auf die Unterbrechungsstelle wirken.

**Annalen der Physik; Heft 14, 1915.**

*Fortpflanzung des Lichts durch ein inhomogenes Medium;* von R. Gans. Nach der elektromagnetischen Lichttheorie pflanzt sich eine Lichtwelle durch ein inhomogenes Medium nach den Gesetzen der geometrischen Optik fort (Snelliussches Brechungsgesetz). Reflexion existiert nicht, wohl aber Totalreflexion, und zwar biegt der Strahl nicht an der Stelle der Totalreflexion stetig um, sondern mit einem Knick.

*Der Dopplereffekt der Kanalstrahlen in Argon;* von Konrad Friedersdorff. Die Ergebnisse, welche Stark und Kirschbaum im Bereich von 4300 bis 4000 Å. E. erhalten hatten, werden für zahlreiche Linien zwischen 4965,4 und 2884,1 Å. E. bestätigt. Die Linien des roten Argonspektrums haben einwertige, die des blauen zwei- und höherwertige Ionen zu Trägern. Die Zahl der einwertigen bewegten Atomionen nimmt mit wachsender Spannung ab. Neben zwei- und dreiwertigen Teilchen scheinen auch vierwertige aufzutreten.

*Die optischen Konstanten durchsichtiger Silber- und Kupferschichten;* von Hans Fritze. Es ist an 23 durchsichtigen Silberschichten (Grenzdicke: 0,6  $\mu$  und 105  $\mu$ ) die Abhängigkeit des Brechungsquotienten und des Absorptionskoeffizienten von der Schichtdicke für drei Farben des sichtbaren Spektrums bestimmt worden. Auf Grund dieser Messungen ist festgestellt, daß chemisch hergestellte und durch Kathodenzerstäubung gewonnene Silberschichten die gleiche Konstitution besitzen. Ferner habe ich durch gleichzeitige Anwendung der Kundtschen Prismenmethode und einer strengen metalloptischen Theorie auf ein Metallprisma bei Silber und Kupfer nachgewiesen, daß die erstere nicht die richtigen Werte für die Brechungsquotienten liefert.

*Über die Breite von Spektrallinien;* von A. J. Dempster.

*Über elektrische Schwingungen in Luft und längs Röhren;* von Maximilian Ehrhardt.

*Über Lösung und Ausscheidung von Stoffen, insbesondere flüssiger Kristalle;* von O. Lehmann. Durch die Entdeckung der flüssigen Kristalle ist sowohl die chemische Theorie der Kristallisation, welche annimmt, der Stoff der Kristalle sei nicht identisch mit dem in Lösung befindlichen, sondern entstehe erst im Moment der Ausscheidung, wie auch die osmotische Theorie, welche ihn als Aggregat von Gasmolekülen betrachtet, die bereits in Lösung vorhanden sind, und die Kristallisation auf Überwiegen des osmotischen Druckes der letzteren über die Lösungstension der Kristallmoleküle zurückführt, unhaltbar geworden. Bewährt hat sich dagegen die vom Verf. aufgestellte Theorie der molekularen (physikalischen) Isomerie, welche Gas- und Kristallmoleküle als verschieden betrachtet und die Kristallisation als Adsorptionswirkung, welcher, soweit fremde Moleküle in Betracht kommen, das Selbstreinigungsvermögen (bedingt durch Kohäsion und molekulare Richtkraft) entgegenwirkt.

**Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik; Bd. 55, Heft 2, 1915.**

*Über hypertrophische und hyperplastische Gewebewucherungen an Sprossachsen, verursacht durch Parafine;* von Ernst Schilling. Unter der Einwirkung der Stoffe entstanden bei vielen Pflanzen Wucherungen, die zu eigenartigen histologischen Veränderungen führten, außerdem wurde die Bildung von Adventivwurzeln und abnormen Blättern erzielt. Die Wucherungen sollen nicht durch chemische Wirkung, sondern

durch Transpirationshemmung, vielleicht auch noch durch Sauerstoffmangel zustande kommen.

*Keimungsauslösende Wirkung der N-Salze auf lichtempfindliche Samen;* von Gaßner. Zur Untersuchung gelangten die Samen von Ranunculus sceleratus, Oenothera biennis und Chloris ciliata, deren Keimung durch das Licht günstig beeinflusst wird, wobei die Temperaturverhältnisse in mannigfacher Weise die Lichtwirkung mitbestimmen. Ungeachtet dieser bei den einzelnen Samen verschiedenen Abhängigkeit der Lichtkeimung von den Temperaturverhältnissen wurde in prinzipiell gleicher Weise festgestellt, daß sich die Lichtwirkung durch die Anwendung von Salpetersäure und N-Salzen, insbesondere Nitraten, Nitriten und bis zu einem gewissen Grade auch Ammoniaksalzen und organischen N-Verbindungen ersetzen läßt. Die unteren und oberen Schwellenwerte der untersuchten keimungsauslösenden Stoffe werden festgelegt.

**Meteorologische Zeitschrift; Heft 7, Juli 1915.**

*Isanomalien des September 1912 und des Juli 1913;* von S. Róna. Die bedeutenden thermischen Anomalien dieser Monate wurden zur Konstruktion von Isanomalien verwendet und an der Hand einiger langjährigen Beobachtungsreihen Mitteleuropas wurde dargelegt, daß diese Ausschreitungen die äußersten Grenzen der Leistungsfähigkeit unseres Klimas bezeichnen. Die Kühle der Sommermonate der Jahre 1912 und 1913 läßt sich zwar allgemein auf die für das Zustandekommen kalter Sommer charakteristischen Isobarentypen zurückführen, da aber im Sommer 1912 eine anhaltende atmosphärische Trübung einsetzte, mit der gleichzeitig eine bedeutende Verminderung der Sonnenstrahlung festgestellt wurde, lag die Vermutung nahe, daß außer der Wetterlage auch die durch Dunstnebel herabgedrückte Einstrahlung mitgewirkt haben mag. Auf Grund der pyrheliometrischen Messungen von Gorczyński wurde in einer Überschlagsrechnung versucht, den Ausfall der zu Boden gelangenden Wärmemengen in zwei Teile zu zerlegen, von denen der eine der Schwächung der Strahlungsintensitäten zugeschrieben wird, während der andere auf Rechnung der starken Bewölkung gesetzt wird.

*Über den Zusammenhang zwischen Druck- und Temperaturschwankungen in der Atmosphäre;* von Th. Hesselberg. Durch eine Umformung des ersten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie wurde eine Beziehung zwischen Druck- und Temperaturschwankungen in irgend einem Punkt in der Atmosphäre abgeleitet. Mit Hilfe dieser Beziehung könnte eine Erklärung für die von Dones u. a. gefundenen Korrelationen zwischen Druck und Temperaturschwankungen in der Troposphäre gegeben werden und ebenso eine Erklärung für die Korrelation zwischen Druckänderungen in 9000 m Höhe und am Erdboden.

*Vertikale Temperaturverteilung als Effekt des Umsturzes der Strahlungsschichten;* von F. M. Exner. Wie Emden gezeigt hat, würde infolge der Strahlung der Atmosphäre gegen den Weltraum die Temperatur nach aufwärts in den untersten Schichten bis etwa 3 km Höhe um mehr als 1°C auf 100 m Erhebung abnehmen. Der geringste Anlaß müßte dann zu einer Umlagerung der Schichten führen, wobei die kalten Massen sinken, die warmen steigen. Es wurde der Effekt einer derartigen Umlagerung in dem stabilen Gleichgewichtszustand untersucht. Er besteht in einer angenähert linearen Temperaturabnahme nach oben, nicht unähnlich der wirklich beobachteten, an welche sich in der Höhe die Isothermie der Stratosphäre anschließt. Somit läßt sich die tatsächliche Verteilung der Temperaturen aus der Strahlung und jener Anlagerung erklären.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 38.

17. September 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Ein neues Buch über das Leben und Wesen der Bienen. Von *E. Wasmann S. J., Valkenburg*. S. 485.

Über den Zusammenhang der sogenannten Ätherstoßtheorie mit einigen Sonderfragen der kosmischen Physik. Von *Prof. Dr. C. Isenkrahe, Trier*. S. 488.

### Besprechungen:

Unwin, Ernest E., Pond Problems. Von *Thilo Krumbach*. S. 492.

Meyer, Arthur, Erstes mikroskopisches Praktikum. Von *P. Mayer*. S. 494.

Braun, Max, und Otto Seifert, Die tierischen Parasiten des Menschen, die von ihnen hervorgerufenen Erkrankungen und ihre Heilung. Von *V. Jollos*. S. 494.

Solbrig, O., Desinfektion, Sterilisation, Konservierung. Von *J. Tillmans*. S. 495.

Öppel, Albert, Gewebekulturen und Gewebepflege im Explantat. Von *J. Schaxel*. S. 495.

Grafe, V., Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen. Von *E. Küster*. S. 496.

Astronomische Mitteilungen. S. 496.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

# Lehrbuch der Geschichtsphilosophie

Von **Dr. Georg Mehlis**

Professor an der Universität Freiburg i. Br.

Preis M. 20.—; in Halbfranz gebunden M. 23.—

## Inhaltsübersicht:

### Vorbemerkungen.

### I. Probleme der Geschichtsphilosophie oder Theorie der Geschichte und Universalgeschichte.

#### Geschichtsphilosophische Grundfragen.

Allgemeiner Charakter der Geschichtsphilosophie und ihrer Probleme.

Der Begriff der Philosophie.

Der Begriff der Geschichte.

#### Geschichtsphilosophische Einzelprobleme.

Probleme der Geschichtslogik.

Probleme der historischen Wertlehre.

Die Probleme der Universalgeschichte.

### II. Geschichte der Geschichtsphilosophie.

#### Einleitung.

Das Werden des geschichtsphilosophischen Gedankens in dem griechischen Kulturkreise.

Die Entfaltung des geschichtsphilosophischen Gedankens in der christlichen Philosophie.

Die Vollendung der Geschichtsphilosophie im deutschen Idealismus.

### III. Das System der Geschichtsphilosophie oder inhaltliche Konstruktion der Universalgeschichte.

Der Sinn des historischen Geschehens.

Allgemeine Konstruktion des universalhistorischen Prozesses.

Die religiöse Entwicklung.

Die ästhetische Entwicklung.

Die philosophische Entwicklung.

Die sittlich-staatliche Entwicklung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

## Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

## Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

# Moornutzung und Torfverwertung

## mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation

Von

**Professor Dr. Paul Hoering**

Berlin

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

### Inhaltsverzeichnis:

#### Erster Teil.

#### Allgemeiner Teil.

- I. Torf.
- II. Moore.
- III. Moorstatistik.
- IV. Moorkultur.
  - a) Die Moorkultur und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung.
  - b) Die Kultivierung der Moore.
  - c) Die zukünftige Gestaltung der Moorverwertung.

#### Zweiter Teil.

#### Chemischer Teil.

##### A. Chemie des Torfes.

- I. Die allgemeinen und physikalischen Eigenschaften des Torfes.
- II. Chemische Untersuchung des Torfes.
- III. Die Humussäuren und ihre Eigenschaften.
- B. Chemie der Destillationsprodukte.
  - 1. Teil. Gewinnung der Destillationsprodukte.
    - I. Laboratoriumsversuche.
    - II. Technische Versuche im großen.
  - 2. Teil. Untersuchung der Destillationsprodukte.
    - I. Der Torfkoks.

##### II. Der Torfteer.

- a) Technische Vorversuche.
- b) Untersuchung des Torfteers im wissenschaftlichen Laboratorium.
- c) Ergebnisse.
- d) Anhang.

##### III. Torfgas und Torfschmelzwasser.

#### Dritter Teil.

#### Technischer Teil.

##### A. Einführung.

##### B. Gewinnung und Verwertung des Torfes.

- I. Entwässerung und Formverbesserung.
  - a) Entwässerung unter Beibehaltung des kolloiden Zustandes.
  - b) Entwässerung nach Zerstörung des kolloiden Zustandes.
  - c) Torfbrikettierung.
- II. Der Torf als Brennstoff.
  - a) Feuerungstechnisches im allgemeinen.
  - b) Torffeuerungsanlagen.
- III. Verkohlung.
  - a) Entwicklung der Torfverkohlung.
  - b) Wirtschaftlichkeit der Torfverkohlung.
- IV. Torfvergasung.
- V. Zentralisierung der Torfverwertung im Moore.
- Schlussbetrachtungen.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

17. September 1915.

Heft 38.

## Ein neues Buch über das Leben und Wesen der Bienen.

Von E. Wasmann S. J., Valkenburg, L. Holland.

Es ist immer erfreulich, wenn uns von gediegener fachkundiger Seite ein zuverlässiges biologisches Werk geboten wird über eine Tiergruppe, die bereits in Tausenden von Spezialarbeiten und populären Darstellungen behandelt wurde. Insbesondere gilt dies für die Biologie der Bienen. Die Honigbiene ist nebst dem Seidenwurm schon seit uralter Zeit ein „Kulturinsekt“ geworden; sie wurde vom Menschen eigens herangezogen und herangezüchtet zu seinen Diensten und seit mehreren tausend Jahren von unzähligen alten und neuen Imkern in ihrem Leben und Treiben beobachtet. Was ist also bis jetzt über ihre Biologie bekannt? Nicht aus einem phantasievollen Roman wollen wir uns hierüber unterrichten, wie ihn Maurice Maeterlinck 1901 über „Das Leben der Bienen“ geschrieben hat, sondern aus der durchaus sachlichen und zugleich gemeinverständlich geschriebenen Arbeit eines unserer besten wissenschaftlichen Bienenforscher, Prof. H. v. Buttel-Reepen<sup>1)</sup>. Der erste Teil des Buches befaßt sich mit dem *Leben der Bienen*, der zweite mit dem *Wesen der Honigbiene* vom psychologischen Gesichtspunkte aus. Dadurch ist das Werk auch von Wert für die vergleichende Psychologie geworden.

### I. Teil. Das Leben der Bienen.

Zur Einführung gibt der Verf. eine gedrängte Übersicht über die Stellung der Honigbiene und ihrer Verwandten im zoologischen System. Die Gattung *Apis* umfaßt außer unserer *Apis mellifica* L. noch drei andere, hauptsächlich indische Arten, *dorsata*, *floreana* und *indica* mit manchen Unterarten und Varietäten, die bei *Apis mellifica* am zahlreichsten sind. Das erste Kapitel geht sodann zur Frage nach der Urheimat der Biene über, wobei es die Abstammung unserer Honigbiene klarzustellen sucht. Die fossilen Bienen, deren eine große Zahl beschrieben ist, treten zuerst im unteren Oligocän (erstes Drittel der Tertiärzeit) auf; unter diesen werden die mutmaßlichen Vorfahren unserer Honigbiene durch v. Buttel-Reepen etwas näher gekennzeichnet. Die erste Entstehung der blumenbesuchenden Bienen erfolgte nach ihm wahrscheinlich bereits in der Kreidezeit auf dem damals

Europa mit Nordamerika verbindenden Kontinent (Euramerika), wo die nektarspendende angiosperme Pflanzenwelt erstmalig zur Herrschaft gelangte. In die Kreidezeit verlegt der Verf. auch den Ursprung des Staatenlebens bei den Ameisen, Bienen und Termiten. Bezüglich der Termiten ist diese Hypothese namentlich durch Nils Holmgren vertreten worden, während sie von A. Handlirsch nicht geteilt wird<sup>1)</sup>.

Die geographische Verbreitung der Honigbiene, ihrer Varietäten und der übrigen *Apis*-Arten bildet den Gegenstand des zweiten Kapitels. Ein sehr reichhaltiges Material über diese verwickelte Frage ist hier kritisch gesichtet. Die künstliche Mischung der verschiedensten Bienenformen seit alter Zeit hat das ursprüngliche Bild wenigstens an manchen Stellen fast ganz verwischt, so daß für die Vererbungsfrage schier unentwirrbare Schwierigkeiten entstehen. Der Verf. sucht dieselben durch genaue geschichtliche Angaben über die Einführung bestimmter Bienenrassen in neue Gebiete wenigstens einigermaßen zu klären. Ich werde unten darauf zurückkommen, daß eine weitere Aufhellung des dunklen Verwandtschaftsproblems vielleicht doch noch auf Grund der Mendelschen Spaltungsgesetze durch *systematisch angestellte Kreuzungsversuche* zwischen Königin und Drohnen möglichst „reiner“ Rassen zu erwarten sein dürfte. Versuche dieser Art sind bei den Bienen, wenngleich recht schwierig wegen der notwendigen Kontrolle und Isolierung des betreffenden Stockes, so doch immerhin mit mehr Hoffnung auf Erfolg durchzuführen als bei den Ameisen, wo sie wegen der unkontrollierbaren Fortpflanzungsverhältnisse so gut wie aussichtslos erscheinen<sup>2)</sup>. Bei der Honigbiene werden derartige Experimente auch durch den Umstand erleichtert, daß die Drohnen „international“ sind, d. h. auch bei einem fremden Volke Aufnahme finden.

Nach einer kurzen Erörterung über den *Poly-morphismus* der Honigbiene mit seinen typischen und atypischen Formen sowie ihrer *Morphologie* und *individuellen Entwicklung* (drittes Kapitel) werden im vierten Kapitel die wechselvollen

<sup>1)</sup> Leben und Wesen der Bienen. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1915. 8°. XIV, 300 S., 60 Abbildungen und eine Tabelle. Preis geh. M. 7,—, geb. M. 8,—.

<sup>1)</sup> Siehe mein Referat über die Stammesgeschichte der Termiten im Biologischen Zentralblatt: „Nils Holmgrens Termitenstudien IV.“ (im Druck). — v. B. gibt S. 16 als erstes Auftreten der Termiten das mittlere Eocän an. Nach v. Rosen (1912) ist jedoch der Fund von Monte Bolca gar keine Termiten. Der älteste Termitenfund ist aus dem oberen Eocän (*Mastotermes*).

<sup>2)</sup> Siehe meine Arbeiten: Über Ameisenkolonien mit Mendelscher Mischung (Biolog. Zentralbl. 1915, Nr. 3) und: Luxemburger Ameisenkolonien mit Mendelscher Mischung (Sep. aus: Festschrift des Vereins Luxemburger Naturfreunde, Luxemburg 1915, S. 87—101).

Schicksale der *Parthenogenese*<sup>1)</sup> bei der Honigbiene besprochen und der gegenwärtige Stand der Frage dargelegt mit Berücksichtigung der verschiedenen Streitpunkte. Während die wesentliche Tatsache der Erzeugung von Männchen im Bienenstaat aus unbefruchteten Eiern sichergestellt ist, besteht bezüglich vieler Einzelheiten noch Dunkel. Unerklärt ist beispielsweise die merkwürdige Erscheinung, „daß, wenn eine italienische Königin von einer deutschen Drohne befruchtet wird, im ersten Jahre noch zahlreiche Mischlinge erscheinen, im zweiten Jahre fast nur italienische und im dritten Jahre ausschließlich italienische Arbeiter, so daß das Volk als echt italienisches angesprochen werden muß“. Es tritt somit in den aufeinanderfolgenden Arbeitergenerationen eine stetig steigende Dominanz der mütterlichen Genen über die väterlichen zutage. *v. Buttel-Reepen* äußert (S. 43), allerdings mit großer Reserve, die Ansicht, daß anscheinend eine Beeinflussung der Spermien im Receptaculum seminis stattfindet. Es sei darauf aufmerksam gemacht, daß analoge Erscheinungen auch bei gewissen Ameisenkolonien beobachtet worden sind, indem in zwei Bastardkolonien, die aus Arbeiterinnen von *Formica rufa* und *truncicola* gemischt waren, die *truncicola*-Färbung schrittweise durch die *rufa*-Färbung verdrängt wurde<sup>2)</sup>. Hier kann es sich, da Inzucht im Neste nicht ausgeschlossen ist, allerdings auch um mehrere aufeinanderfolgende Tochtergenerationen (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> usw.) handeln, während im Bienenstock die successiven Arbeiterserien *ein und derselben* Filialgeneration angehören, indem sie alle von *einer, einmal* befruchteten Königin stammen. Ich möchte immerhin die Aufmerksamkeit der Forscher auf diese merkwürdige Analogie lenken.

Bezüglich der Anwendung der *Mendelschen Gesetze* auf die Kreuzungen zwischen deutscher und italienischer Biene kann ich nicht mit allen Ausführungen des Verfassers übereinstimmen. In seiner Kontroverse mit *Correns* (S. 40—41) scheint er übersehen zu haben, daß durch das Uniformitätsgesetz für die F<sub>1</sub>-Generation keineswegs verlangt wird, daß diese Nachkommen „Mischlinge“ seien. Es kann auch das eine oder das andere der gegensätzlichen elterlichen Gene ganz oder teilweise dominieren, ja vielleicht sogar in verschiedener Weise bei den verschiedenen Geschlechtern bzw. Kasten. Das Uniformitätsgesetz würde nur fordern, daß in dieser Generation sämt-

liche Individuen einer Kaste unter sich äußerlich (phaenotypisch) gleichförmig seien. *Aber gerade dies scheint weder bei der Kreuzung zwischen deutscher Königin und italienischer Drohne noch bei der entgegengesetzten Kreuzung tatsächlich zuzutreffen*; denn neben den „Mischlingen“ erscheinen auch reine Formen, z. B. „rein italienische“ Arbeiter (siehe oben). Hieraus erhellt, daß wir es bei dieser Generation, die viele successive Arbeiter-, Drohnen- und Weiselbruten im Laufe mehrerer Jahre umfassen kann, gar nicht mit einer F<sub>1</sub>-Generation im Mendelschen Sinne, die aus der Kreuzung zwischen *reinrassigen* Eltern (P-Generation) hervorgeht, zu tun haben, sondern mit irgend einer, a priori nicht näher bestimmbar (phaenotypisch) *reinrassig*, in Wirklichkeit aber (genotypisch) selber schon Bastarde waren. Dieser Umstand erschwert natürlich — wie auch *v. Buttel-Reepen* andeutete — die Anwendung der Mendelschen Regeln auf unsere Bienenkreuzungen sehr. Trotzdem ist zu hoffen, daß durch wiederholte, sorgfältig mit „möglichst reinen“ Eltern angestellte und untereinander verglichene Bastardierungsversuche allmählich mehr Licht in diese bisher so rätselhaften Erscheinungen gebracht werden wird.

Die *stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates* bildet den Gegenstand des fünften Kapitels. Dieses interessante Problem, welches *v. Buttel-Reepen* schon 1903 in einer eigenen Arbeit behandelt hatte, wird hier unter Heranziehung neuer Gesichtspunkte in recht gediegener und — soweit dies bei Hypothesen möglich ist — auch in ziemlich überzeugender Weise behandelt. Der *biologische Stammbaum* der Entwicklung des Staatenlebens bei den Apiden, den der Verf. (S. 65) entwirft, soll, wie er ausdrücklich bemerkt, keine *reelle Ahnenreihe*, sondern nur eine *ideelle Stufenreihe* dieser hypothetischen Stammesentwicklung bieten. Er bietet hierin eine Parallele zu dem *biologischen Stammbaum der Entwicklung der Sklaverei und des sozialen Parasitismus bei den Ameisen*, wie ich ihn 1905 aufgestellt und bis 1910 weiter ausgeführt habe<sup>1)</sup>. Ähnlich wie beispielsweise *v. Buttel-Reepen* das heutige *Apis*-Stadium der Honigbiene durch ein ehemaliges *Bombus*-Stadium hindurchgehen läßt, „ohne daß deshalb die Hummeln jemals als *direkte* Vorfahren in Betracht kämen“ (S. 61), ließ ich das heutige *sanguinea*-Stadium in der Entwicklung der Sklaverei bei *Formica* durch ein ehemaliges *rufa*-ähnliches bzw. *truncicola*-ähnliches Stadium hindurchgehen, ohne damit jemals unsere heutige *Formica sanguinea* von unserer *rufa* oder *truncicola* stammesge-

<sup>1)</sup> Daß der Kampf um die Parthenogenese „ein Abklingen in Weltanschauungsfragen“ fand (S. 35), ist wohl nur insofern richtig, als von kirchenfeindlicher Seite durchaus ungehörige Anspielungen auf christliche Dogmen an jenes naturwissenschaftliche Problem geknüpft wurden, wogegen selbstverständlich eine energische Abwehr erfolgen mußte. Hierauf bezieht sich wohl das „Echo“, das der Streit um die Parthenogenese „sogar im erzbischöflichen Palast zu München“ gefunden haben soll.

<sup>2)</sup> Über Ameisenkolonien mit Mendelscher Mischung, S. 118—119, Luxemburger Ameisenkolonien usw., S. 94—95 (8—9 Sep.).

<sup>1)</sup> Ursprung und Entwicklung der Sklaverei bei den Ameisen (Biolog. Zentralbl. 1905, Nr. 4—9 u. 19); Weitere Beiträge zum sozialen Parasitismus und der Sklaverei bei den Ameisen (ebenda, Nr. 8—13 u. 22); Über den Ursprung des sozialen Parasitismus, der Sklaverei und der Myrmekophilie bei den Ameisen (ebenda 1909, Nr. 19—22); Nachträge zum sozialen Parasitismus und der Sklaverei bei den Ameisen (ebenda 1910, Nr. 13—15).

schichtlich ableiten zu wollen, wie es mir trotzdem von einigen Kritikern irrtümlich untergelegt wurde. Es dürfte an der Zeit sein, daß wir nach dem Vorgange *Abels* auf paläontologischem Gebiete zwischen Ahnenreihen und Stufenreihen auch auf biologischem Gebiete kritisch unterscheiden lernen.

In einem eigenen Abschnitt dieses Kapitels erörtert *v. Buttel-Reepen* die *Geschichtsphilosophie* des Bienenstaates. Hier tritt er mit vielem Beweismaterial aus verschiedenen Zweigen der Biologie der sozialen Hymenopteren für den *monogynen* Ursprung des Bienenstaates ein gegenüber dem von einigen anderen Autoren angenommenen *polygynen*. Der Bienenstaat ist nach ihm ein „Einfamilienstaat“, eine nach und nach erweiterte Familie. Die Monogynie ist somit als der ursprüngliche Zustand bei den Apiden zu betrachten, der nicht erst durch einen stammesgeschichtlichen Ausleseprozeß aus der Polygynie hervorging. Ich halte diese Auffassung ebenfalls für die richtige, zumal ich sie auch für die Ameisenkolonien bestätigt fand, wo die Anwesenheit mehrerer Königinnen in einer Kolonie ebenfalls nur eine sekundäre Erscheinung ist. Heute noch werden die neuen Kolonien bei weitaus den meisten Ameisenarten durch vereinzelte befruchtete Weibchen gegründet, und wo mehrere sich bei dieser Gelegenheit zusammenfinden, handelt es sich teils um bloß zufällige Ausnahmen, teils um sekundäre Anpassungen bestimmter Arten (z. B. bei *Strongylognathus testaceus*)<sup>1)</sup>. Mit Recht warnt *v. Buttel-Reepen* mit den Worten von *Espinas* (S. 66) vor anthropomorphistischer Übertragung der aus dem menschlichen Staatsleben entlehnten Ausdrücke und Begriffe auf die Insektenstaaten.

Nur einige wenige Einzelbemerkungen zu diesem Abschnitte mögen hier beigelegt werden. Dafür, daß der Mut der einzelnen Ameise in hohem Grade abhängig ist von der Zahl ihrer Gefährtinnen, wird (S. 52) nur *Forel* zitiert. In meiner 1897 erschienenen Schrift „Vergleichende Studien über das Seelenleben der Ameisen und der höheren Tiere“ (2. Aufl. 1900, S. 44–45) hätte der Verf. Belege dafür finden können, daß nicht bloß sehr kampflustige Arten wie unsere *Formica sanguinea*, wenn sie in schwachen Kolonien leben, furchtsam sich erweisen, sondern daß auch Arten, die für gewöhnlich feige sind, wie unsere *Formica fusca*, einen hohen Kampfesmut zeigen, wenn sie als Sklaven in den Nestern kriegstüchtiger Raubameisen leben. Diese Erscheinungen gehören in das Kapitel der „Instinktregulationen“ (*Driesch*), die ich für die Ameisen 1909 zusammenstellte<sup>2)</sup>. Zu den Angaben des Verf. über die Biologie der

Hummeln (S. 61) sei noch auf eine ihm nicht mehr zugängliche Arbeit von *Armbruster*<sup>1)</sup> aufmerksam gemacht. Derselbe ist mit *Alfken* auf Grund seiner Beobachtungen zur Annahme gelangt, daß *Bombus pratorum* auch in unserem Klima gelegentlich zwei Bruten hat.

Das sechste Kapitel befaßt sich mit dem *Wabenbau* und den *Wohnungen* der Honigbiene. Die Geschichte des Bienenstocks in seinen verschiedenen Formen des Stabil- und Mobilbaues wird hier kurz analysiert. Zugleich dient dieses Kapitel auch schon als Einführung in das Studium der *Biologie* der Honigbiene, die Gegenstand des umfangreichen siebenten Kapitels ist. Das ganze Leben eines Bienenvolkes, von der Eiablage im Winter beginnend, wird hier in kritischer Auswahl der wichtigsten Tatsachen vorgeführt und manche ungenaue Angabe berichtigt. Wenn man bedenkt, daß die Honigbiene bereits mehrere tausend Jahre hindurch von unzähligen Imkern in ihrem Leben und Treiben beobachtet worden ist, muß es eigentlich befremden, daß ihre Biologie noch so manches Rätsel enthält. So ist es beispielsweise noch dunkel, wie beim Zusammenwerfen verschiedener Schwärme die Vereinigung sämtlicher Arbeitsbienen um eine Königin zustande kommt (S. 125). Auch die Tätigkeit der Spurbienen, welche den Schwarm zu der von ihnen vorher auskundschafteten Stelle leiten, umschließt noch manches Geheimnisvolle (S. 122 f.). Was veranlaßt eine kleine Zahl von Arbeitsbienen, gerade um diese Zeit auf der Suche nach einer später zu beziehenden Wohnung umherzustreifen? Was bewirkt ferner die Einheit der Schwarmrichtung, die geschlossen zu einem der verschiedenen, von den verschiedenen Spurbienen aufgefundenen neuen Wohnplätze führt? Daß hier von „bewußten Überlegungen keine Rede sein kann“, hebt *v. Buttel-Reepen* mit Recht hervor. Es sei übrigens hier auf die Analogie der Spurbienen mit den Spurameisen bei der Gattung *Polyergus* (Amazonenameise) hingewiesen. Auch da sind es einzelne Arbeiterinnen, welche die in der Umgebung liegenden Nester der Sklavenarten vorher „auskundschaften“, worauf dann die Armee zur bestimmten Zeit die Richtung zu einem dieser Nester einschlägt, um es zu plündern<sup>2)</sup>. Daß bei den Amazonen, die sogar den selbständigen Gebrauch ihrer Mundwerkzeuge zum Fressen „verlernt“ haben, keine bewußte Überlegung im Spiele sein kann, dürfte noch klarer sein als bei den Bienen. Psychologisch interessant sind bei letzteren auch die nicht seltenen „Instinktstörungen“, daß z. B. die Arbeiterinnen den Befruchtungsflug der Königin mit dem Schwarmflug „verwechseln“

<sup>1)</sup> Eine Übersicht über die Erscheinungen der Pleometrose und der Allometrose bei Ameisen habe ich 1910 gegeben (Biol. Zentralbl. XXX, S. 453 ff.).

<sup>2)</sup> Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen (Zoologica Heft 26, 2. Aufl.), S. 147 ff. Die „Instinktregulationen im Verhalten der Ameisen gegenüber ihren Angreifern“ müßten dort eine eigene Abteilung d auf S. 149 bilden.

<sup>1)</sup> Probleme des Hummelstaates (Biol. Zentralbl. 1914, Nr. 11, S. 658–707).

<sup>2)</sup> Berichte über die Raubzüge von *Polyergus* siehe besonders bei *Huber*, Recherches sur les mœurs d. fourmis indigènes (1810), *Forel*, Fourmis d. l. Suisse (1874) und *Wasmann*, Gesellschaftsleben der Ameisen (1915).

(S. 127). Gerade diese Instinktirrungen liefern den Beweis, daß der Instinkt kein blinder Mechanismus ist, der unfehlbar abläuft wie ein aufgezogenes Uhrwerk, sondern daß er in seiner Betätigung von der *Sinneswahrnehmung* des Individuums geleitet wird, die mannigfachen Täuschungen unterworfen sein kann. Später, bei der Psychologie der Honigbiene, werden wir näher darauf einzugehen haben.

Das *Rätsel des Pollensammelns* behandelt v. Buttel-Reepen im achten Kapitel in origineller Weise auf Grund der Untersuchungen Casteels und seiner eigenen. Die vermeintliche „Wachszange“ an der Grenze von Tibia und Metatarsus der Arbeiter ist in Wirklichkeit ein Apparat zum Pollensammeln, durch den die „Höschen“ der Biene zustande kommen. Ebenso kritisch werden im neunten Kapitel die Vorgänge der *Wachserzeugung* besprochen. Die Absonderung der Wachschüppchen erfolgt, wie schon Dönhoff 1854 bekannt war, an den vier letzten Bauchringen, nicht an den vier vorletzten, wie sogar manche neuere Autoren noch angeben.

(Schluß folgt.)

## Über den Zusammenhang der sogenannten Ätherstoßtheorie mit einigen Sonderfragen der kosmischen Physik.

Von Prof. Dr. C. Isenkrahe, Trier.

### 1. Die Ätherstoßtheorie und die Frage nach der Gesamtenergie im Kosmos.

Auf Seite 314 des laufenden Jahrgangs gegenwärtiger Zeitschrift sagt *Weinstein* bei Gelegenheit seiner Besprechung des Becherschen Buches: „Weltgebäude, Weltgesetze, Weltentwicklung“<sup>1)</sup> u. a.: „Interessant ist, daß der Verfasser es nicht für unvorstellbar hält, daß eine endliche Welt unendliche Energie besitzen könne“, und betont, daß diese Annahme „erheblichen Schwierigkeiten“ begegne. Ganz gewiß ist die Aussage *Bechers* „interessant“, und mancher wird sie in hohem Grade paradox finden, aber nicht minder interessant dürfte es sein, daß kein Geringerer als W. Thomson (Lord Kelvin) schon genau dieselbe Anschauung vertrat. Ich habe das in meiner Broschüre „Energie, Entropie, Weltanfang, Weltende“<sup>2)</sup> ganz außer Zweifel gestellt. Dort zitierte ich aus dem Helmschen Buche: „Die Lehre von der Energie“<sup>3)</sup> die Stelle: die ganze Bedeutung dieser Funktion (gesamte Eigenenergie) erkannt zu haben ist *Thomsons* Verdienst, welcher sie in seiner Abhandlung: „On the dynamical theory of heat“ folgendermaßen einführt: „Als gesamte Eigenenergie eines Körpers sollte man den mecha-

nischen Wert aller Wirkungen definieren können, die der Körper durch Wärmeaussendung und Überwindung von Widerständen hervorbringen würde, wenn man ihn auf das äußerste abkühlte und ihn unter Verhinderung der Wärmeabgabe in ihm sich unbegrenzt zusammenziehen bzw. ausdehnen ließe (je nachdem nämlich die zwischen seinen Teilen wirkenden Kräfte anziehende oder abstoßende sind). Aber bei unseren gegenwärtigen mangelhaften Kenntnissen über vollkommene Kälte und über die Natur der Molekularkräfte können wir 1. die gesamte Energie für keinen Teil der Materie bestimmen und 2. nicht sicher sein, daß sie für einen *endlichen* Teil der letzteren *unendlich* groß ist.“

Daran anknüpfend fuhr ich fort: „Was hier unter 2. gesagt ist, möge man genauer besehen. Mir flößte es den Verdacht ein, daß entweder *Helm* unzutreffend übersetzt habe, oder daß ein Druckfehler vorliege. Da es für den Zweck meiner Untersuchung wichtig schien, den wirklichen Sachverhalt festzustellen und damit der wahren Meinung *Thomsons*, die ich in diesem Ausspruch vermutete, auf den Grund zu kommen, so habe ich bei *Helm* in Dresden angefragt. Ich schrieb ihm: „Welchen Sinn hat diese Betonung der Unsicherheit? Will *Thomson* damit sagen: Es könnte vielleicht jemand die Meinung gehabt oder geäußert haben, daß die gesamte Energie eines *endlichen* Teiles der Materie *unendlich* sei; das aber scheint mir unsicher? — Oder will er umgekehrt sagen: Jemand könnte der Meinung sein, daß die gesamte Eigenenergie eines *endlichen* Teiles der Materie auch *nur einen endlichen Betrag* zu besitzen imstande sei, und das halte ich für unsicher, eben weil unsere gegenwärtigen Kenntnisse noch zu mangelhaft sind? Die letztere Alternative scheint mir die richtige zu sein. Ist dem so? — Dann aber dürfte in der Aussage Nr. 2 das Wörtchen ‚nicht‘ oder ‚nicht etwa‘ eigentlich nicht fehlen, so daß sie, sinngemäß ergänzt, heißen müßte: „... und nicht sicher sein, daß sie für einen endlichen Teil der letzteren *nicht etwa* unendlich groß ist.“ — Hierauf entgegnete mir Geheimrat *Helm*: „Betreffs der Stelle aus *Thomson* haben Sie vollkommen recht. Sie steht im 5. Teil der Abhandlung: „On the dynamical theory of heat“, die in den 1. Band der „Math. and physical Papers“ aufgenommen ist, und lautet: „... but in our present state of ignorance regarding perfect cold and the nature of molecular forces, we cannot determine this total mechanical energy for any a portion of matter, nor even can we be sure that is *not* infinitely great for a finite portion of matter“. — In diesen Worten ist *Thomsons* Auffassung der vorliegenden Frage deutlich niedergelegt; sie besagen, daß der in einem *endlichen* Teile der Materie vorhandene Gesamtbetrag von Energie *nicht unendlich* sei, davon haben wir kein sicheres Wissen.“ — W. Thomson steht also Herrn *Becher* entschieden zur Seite. Hätte man zu seiner Zeit schon Kenntnis gehabt von jener weit über alle

<sup>1)</sup> Prof. Dr. *Erich Becher*: „Weltgebäude, Weltgesetze, Weltentwicklung. Ein Bild der unbelebten Natur“, Berlin 1915.

<sup>2)</sup> Prof. Dr. C. Isenkrahe: „Energie, Entropie, Weltanfang, Weltende“, Trier 1910, S. 40.

<sup>3)</sup> Prof. Dr. *Georg Helm*: „Die Lehre von der Energie, historisch-kritisch entwickelt“, Leipzig 1887, S. 35.



Erwartung großen Energiemenge, die beim Zerfallen der Atome (*Rutherford*) in die Erscheinung tritt, so würde die vorstehende „ignorance regarding the nature of molecular forces“ vielleicht bezogen worden sein auf die Frage: Wissen wir denn, ob der Zerfall der Materie in kleinere und kleinere Teile jemals ein Ende nimmt? Was hat in der Welt als „groß“ und was als „klein“ zu gelten? Beides ist doch ganz und gar relativ, und *Ehrenhaft* hat ja z. B. schon von Elektrizitätsmengen berichtet<sup>1)</sup>, die kleiner sind als ein elektrisches Elementarquantum. Daß überhaupt die Grenzen materieller Kleinheit — von einer Zerlegung in Gedanken, die ja selbstverständlich unbegrenzt ist, ganz abgesehen — bei irgendwelchen Elektrizitätsquanten tatsächlich erreicht sei, kann derjenige schon nicht annehmen, der diesen Objekten noch Anziehung oder Abstoßung zuschreibt und dabei die Vorstellung einer „*actio in distans*“ verwirft. Genau wie bei der Gravitation muß ja dann nach einer „Vermittlung“ durch irgend ein „Medium“ gesucht werden, was bekanntlich von vielen Seiten mit mehr oder weniger Erfolg auch bereits geschehen ist. Wie ich in vorliegender Zeitschrift 1913, S. 1237 erwähnte, glaubt *Bottlinger*<sup>2)</sup>, daß unter allen diesbezüglichen Theorien „die sogenannte Ätherstoßtheorie wohl am ehesten der Wahrheit entspreche“. Nimmt man das an, so ist man gezwungen, mit *Lesage-Thomson* vorauszusetzen, daß diejenigen Objekte, deren gegenseitige Annäherung durch Ätherstöße erklärt werden soll, „enorm große Masse“ haben im Vergleich zu jenen Körperchen<sup>3)</sup>, die als Vermittler der scheinbaren Anziehung benutzt werden<sup>4)</sup>. Wenn nun schon feststeht, daß ein Elektron mehrere tausendmal kleiner ist als das kleinste unter allen uns bekannten Atomen, so muß seine Masse bzw. seine Ausdehnung doch noch, falls es Fernwirkungen äußert oder solchen unterliegt, „enorm groß“ sein im Verhältnis zu den Partikeln desjenigen Mediums, welches die „Ätherstoßtheorie“ zur mechanischen Erklärung dieser Wirkungen postuliert. Im Sinne dieser Theorie muß also die sogenannte „Mikrostrukturlehre“ der Physik“ ihre Schritte ins Kleine hinein vom Elektron aus noch um einen weiteren fortsetzen. Dabei erheben sich die Fragen: Wenn Atome zerfallen, wenn sie Elektronen fortschleudern und bei solchem Verhalten ungeheure Energiemengen aus sich herausstreuen lassen, können dann nicht auch wiederum Elektronen zerfallen, dabei etwa jene „*corpuscules*“ fortschleudern und wiederum ungeheure Energiemengen verausgaben? Und ist die Möglichkeit ausgeschlossen, daß der Zerfall weiter

gehe, da es doch keine „Grenze der Kleinheit“ gibt? — Von irgendwelcher *Wahrscheinlichkeit* solcher Vorgänge kann man heutzutage kaum reden, aber die *Möglichkeit* dürfte schon hinreichen, um es wenigstens als eine nicht unberechtigte *Vorsicht* erscheinen zu lassen, wenn *Thomson* sagt: daß in einem endlichen Quantum von Materie *nicht* eine unendliche Menge von Energie stecke, davon haben wir kein sicheres Wissen, und wenn *Becher* (a. a. O. S. 268) schreibt: „die Vorstellung, daß eine endliche Welt unendliche Energie enthalten könne, ist jedenfalls nicht frei von Schwierigkeiten; doch kann man sie schwerlich *von vornherein ausschließen*.“ — Die andere wichtige Frage, ob der Kosmos selbst etwa unendlich sei, wurde im vorstehenden, wie man sieht, nicht berührt. Bekanntlich ist sie vielumstritten, und *Becher* widmet ihr in einem andern Zusammenhange breiten Raum.

## 2. Die Ätherstoßtheorie und das Entropieproblem.

In der vorhin erwähnten Schrift *Bechers* wird S. 260 folgendes ausgeführt: „Es gibt in der Tat Ausnahmen von dem (Carnot-Clausiuschen) Prinzip bei Erscheinungen, bei denen nur verhältnismäßig wenig Moleküle beteiligt sind. . . . Da ist es in der Tat möglich, daß aus *ungeordneter* Molekularbewegung . . . *gleichsinnige* Bewegung einer Anzahl von verbundenen Molekülen, d. h. Bewegung eines kleinen Körperchens, also gewöhnliche kinetische Energie hervorgeht. Diese dem Entropieprinzip *widersprechende* Rückverwandlung ausgeglichener Wärmeenergie haben wir bei der Brownschen Molekularbewegung vor uns, wie sie an kleinen Teilchen, die in Flüssigkeiten oder Gasen suspendiert sind, zu beobachten sind. Ein größerer Körper kann durch die Stöße, welche ihm die Moleküle eines umgebenden, ruhenden und gleichmäßig warmen Gases erteilen, nicht in Bewegung gesetzt werden; diese Stöße treffen ihn durchschnittlich gleich oft von allen Seiten. . . . Bei einem einzigen Teilchen ist die Sache anders. Es wird nur von verhältnismäßig wenigen Molekülen getroffen, und so fügt es der Zufall, daß es bald mehr nach dieser, bald mehr nach jener Seite bewegt wird. . . . So kommen die zitternden Bewegungen winziger Teilchen zustande auf Kosten der Energie der *regellosen* Molekularbewegungen, also der Wärmeenergie, ohne daß Temperaturunterschiede vorzuliegen brauchen; so kann die Energie ausgeglichener Wärme in kinetische Energie übergehen.“ — Ganz die gleichen Überlegungen betrifft der Wirkung „*regellos*“, d. h. nach allen Seiten gleichmäßig durcheinander fliegender Partikeln auf ein dazwischen gelagertes Objekt habe ich bereits 1879 bei meiner Entwicklung der Ätherstoßtheorie, und zwar auch gerade unter Hinweis auf die „Brownsche Korpuskularbewegung“ dargelegt, indem ich (a. a. O. S. 150) u. a. sagte: „Es ist früher schon bemerkt worden, daß die Gleichzeitigkeit (des Aufprallens) unmöglich die Regel, vielmehr nur eine seltene Ausnahme sein kann, und daß infolge des ungleich-

<sup>1)</sup> Vgl. „Die Naturwissenschaften“ 1914, S. 379 und *Becher* a. a. O. S. 219.

<sup>2)</sup> Dr. K. F. *Bottlinger*: „Die Gravitationstheorie und die Bewegung der Mondes“. Gekrönte Preisschrift. Freiburg i. Br. 1912, S. 48.

<sup>3)</sup> *Lesage* nennt sie „*corpuscules ultramondains*“, *Thomson* „*gravific corpuscules*“.

<sup>4)</sup> Vgl. *Isenkrahe*: „Das Rätsel von der Schwerkraft“, Braunschweig 1879, S. 72.

zeitigen Aufprallens von Ätheratomen das Molekül eine Zickzacklinie beschreiben, daß es um eine gewisse Mittellage in allen möglichen Ebenen oszillieren wird. Ich erinnere hier an die sogenannte Brownsche Korpuskularbewegung. Diese bloß durch die molekularen Impulse eines sogenannten ruhigen Mediums hervorgerufenen „Wimmelbewegungen“ eingestreuter kleiner Körperchen sind bei vielen Flüssigkeiten, auch bei Gasen, nachgewiesen worden, und es leidet nicht den mindesten Zweifel, daß sie im Äther, wenn derselbe ein Gas ist, sich ebenfalls vollziehen müssen.“ — *Bechers* Folgerung, daß hier eine „Ausnahme vom Entropiegesetz“ vorliege, habe ich allerdings nicht gezogen. Sie lag außerhalb meines damaligen Themas, und ich halte es überdies für möglich, daß sie Einwendungen begegne. Zwar liegt hier der Fall vor, daß „ungeordnete“ Bewegung vieler *getrennter*, relativ kleiner Körperchen sich verwandelt in „gleichsinnige“ Bewegung einer Anzahl miteinander *verbundener* Objekte, die zusammen einen relativ größeren Körper ausmachen. Die Bewegung des letzteren behält aber ihre Richtung nur während eines sehr kleinen Bruchteils einer Sekunde bei. Faßt man eine etwas längere Zeitdauer, eine ganze oder gar mehrere Sekunden ins Auge, so erscheint die Bewegung jedes einzelnen Brownschen Körperchens doch wiederum als eine „ungeordnete“, insofern sie ohne erkennbare Wahl und Regel nach den verschiedensten Richtungen des Raumes geht. Doch dies nur nebenbei. Jedenfalls aber ergibt sich aus der Ätherstoßtheorie eine Folgerung, wonach die „ungeordnete“ Bewegung vieler *getrennter* Partikel in „gleichsinnige“ Bewegung miteinander verbundener Körper sich vollzieht in solcher Weise, daß sie weder bezüglich der Masse auf „winzige Teilchen“, noch bezüglich der beizubehaltenden Bewegungsrichtung auf kleine Bruchteile einer Sekunde beschränkt ist. Zu diesem Ergebnis verhilft der naheliegende und vielfach — kürzlich ja von *Bottinger* und vermutlich auch von *De Sitter* — benutzte Gedanke der Energie-Absorption. Sobald wir nämlich zwischen die regellos durcheinanderfliegenden „corpuscules“ irgend einen Körper  $K_1$  hineinsetzen, der die Eigenschaft hat, die auf ihn treffenden Flugkörperchen alle oder zum Teil abzufangen und die denselben beiwohnende Energie mehr oder weniger in irgend einer Form (z. B. als Rotations-, Vibrations-, Pulsationsenergie) in sich aufzunehmen, so verbreitet dieser Körper rings um sich herum jenen „Gravitationsschatten“<sup>1)</sup>, dessen Folgen in den Ätherstoßtheorien eingehender Rechnung unterworfen werden. Steht nun dem Kör-

per  $K_1$  ein zweiter Körper  $K_2$  im Abstände von  $r_{1,2}$  gegenüber, so hat die Absorption der in diesem Medium aufgespeicherten „diffusen“ oder „dissipierten“, überhaupt *ungeordneten* Energie zur Folge, daß ein Antriebs zur Geltung kommt, der den Abstand  $r_{1,2}$  zu verkürzen strebt. Es ist das jene scheinbare „actio in distans“, die man als „Schwere“ oder bei kosmischen Erscheinungen als „Gravitation“ zu bezeichnen pflegt. Demnach liegt also nicht bloß im mikroskopisch Kleinen bei der Brownschen „Wimmelbewegung“, sondern unter dem Gesichtspunkt der Ätherstoßtheorie auch im Großen bei den Wirkungen der Schwere der von *Becher* besprochene Fall vor, daß ungeordnete Bewegungen *getrennter* kleiner Korpuskel sich umsetzen in gleichsinnige Bewegungen größerer Aggregate. Ob man dieses Verhalten nun aber einschätzen soll als eine „Ausnahme vom Entropieprinzip“, ist eine Frage für sich, und die Antwort darauf hängt natürlich ganz und gar ab von der noch nicht allerwärts übereinstimmenden Art, wie man dieses Prinzip überhaupt auffaßt. Bejahend wird sie wohl am ehesten bei Zugrundelegung der von *Becher* (S. 252 ff.) besonders hervorgehobenen „Erklärung Boltzmanns“ lauten. In der Regel aber hat man bisher die Erscheinungen der Schwere — wie z. B. das Ereignis, daß der berühmte „Apfel Newtons“ vom Baume zur Erde fiel — gedeutet als Umwandlung von „potentieller Energie“ oder von „Energie der Lage“ in „kinetische“. Rein sachlich angesehen scheidet sich gemäß der Ätherstoßtheorie der Vorgang in *zwei Teile*. Die ungeordnete Bewegung der postulierten Körperchen wird einerseits, und zwar bei der Absorption im Innern von  $K_1$  und  $K_2$  umgewandelt in Energieformen, die wir noch nicht mit Genauigkeit feststellen können. Ob diese sich in das Schema: „geordnete und ungeordnete Bewegungen“ überhaupt einfügen lassen, steht dahin. Möglicherweise werden sie beim Atomzerfall, bei den mancherlei Strahlungen oder noch auf andere Weise wieder „emittiert“, andererseits umgewandelt in äußere Bewegungen der Massenelemente, aus denen  $K_1$  und  $K_2$  besteht. Diese letzteren sind jedenfalls „gleichsinnig geordnete“ Bewegungen beliebig großer Körper und bilden somit eine Bestätigung für die Aussage *Bechers*: „Es ist in der Tat möglich, daß aus ungeordneter Bewegung gleichsinnige Bewegung einer Anzahl von verbundenen Molekülen, also gewöhnliche kinetische Energie hervorgehe.“ — Unter demselben Gesichtspunkt und in dem gleichen Ausnahmeverhältnis zum Entropiesatz läßt sich, wie die Gravitations-, auch jede sonstige physikalische „Fernwirkung“ auffassen.

### 3. Die Ätherstoßtheorie und die Frage nach einer räumlichen Grenze für die Geltung des Gravitationsgesetzes.

Über diese Frage schreibt *Seeliger*<sup>1)</sup>: „Ist die

<sup>1)</sup> Ich möchte hier nur im Vorübergehen auf die optische Folgerung hinweisen, daß durch eine solche „Schatten“-Region (ein „Gravitationsfeld“) auch ein Lichtstrahl voraussichtlich — weil sein „Medium“ verändert ist — nicht ohne bemerkenswerte Änderungen hindurchgehen kann. Unter Bezugnahme auf die Einsteinsche Theorie wurde letztere Tatsache in der vorliegenden Wochenschrift S. 421 schon von *Marcuse* erwähnt.

<sup>1)</sup> „Über die Anwendung der Naturgesetze auf das Universum“, Sitzungsberichte der Bayer. Akad. 1909, S. 9.

Gesamtmasse des Weltalls bei durchschnittlich endlicher Dichte unendlich, dann kann das Newtonsche Gesetz nicht als mathematisch genauer Ausdruck der herrschenden Anziehungskraft gelten.“ *Bottlinger* ändert das in seiner angeführten Preisschrift auf S. 3 etwas ab, indem er sagt: „Man kann obige These daher auch so aussprechen: Ist die Masse des Weltalls bei durchschnittlich endlicher Dichte unendlich, so muß die Gravitation entweder im leeren Raume oder beim Durchgang durch Massen Absorption erleiden.“ Dann spezialisiert er seine Ausdrucksweise weiter, indem er fortfährt: „Zur Unterscheidung will ich im folgenden die kosmische Schwächung äußere Absorption, die innere Schwächung Abschattung oder innere Absorption nennen.“ — Den Grund, der *Seeliger* zur Aufstellung seines Satzes bewog, gibt *Bottlinger* folgendermaßen wieder: „Diese These beruht darauf, daß in einem solchen Raume nach dem gewöhnlichen Anziehungsgesetz der Gradient der Kraft, oder wie *Seeliger* sagt, die Zerzung beliebig groß werden kann, wenn man sich nur genügend weit vom Zentrum des Systems entfernt, d. h. zwei unendlich nahe Massenpunkte können mit beliebig großer Kraft voneinander entfernt werden, was natürlich jede Stabilität von endlichen geschlossenen Systemen, wie es unser Planetensystem darstellt, unmöglich machen muß. Diese Schwierigkeit verschwindet, wenn man dem Gravitationsgesetz die schon erwähnte Form

$$f = \frac{k^2 m_1 m_2}{r^2} e^{-\lambda r}$$

gibt, wo der Absorptionskoeffizient  $\lambda$  sehr klein, aber endlich sein muß.“ — Auch *Becher* nimmt in seinem inhaltreichen Buche auf die Untersuchungen *Seeligers* Bezug und sagt (a. a. O. S. 31): „Dann (d. h. wenn man eine unendliche Welt und überall endliche Massendichtigkeit annehme) wird, wie die genauere C. Betrachtung von *Seeliger* zeigt, die Gravitationswirkung völlig unbestimmt usw.“ — Es dürfte nun aber hier nicht überflüssig sein, an einen Satz der Mechanik zu erinnern, welcher lautet: „Die auf dem Newtonschen Gesetz beruhende Wirkung einer ganzen Kugel  $K$  auf einen Punkt in ihrem Innern ist keine andere, als die Wirkung einer kleineren konzentrischen Kugel  $k$ , deren Oberfläche durch diesen Punkt geht“<sup>1)</sup>. Dieser Satz bleibt in Geltung, mag man die Kugel  $K$  soweit ausdehnen, als man will. Auch *Arrhenius* ist in bezug auf den vorliegenden Punkt nicht einverstanden mit der Überlegung *Seeligers*<sup>2)</sup>. Läßt man sie jedoch als richtig gelten, so steht der Ätherstoßtheorie neben den beiden Mitteln, die *Bottlinger* als „äußere und innere Absorption“ aufgeführt hat, nach meiner Meinung noch ein weiteres zur Verfügung, um die unangenehme Konsequenz einer „völlig unbestimmten“ Kraftwirkung abzuwehren.

<sup>1)</sup> Vgl. dazu u. a. *Duhamel*, Mechanik, übersetzt von *Schlömilch*, Bd. 1, S. 183.

<sup>2)</sup> *Swante Arrhenius*, „Zur Frage nach der Unendlichkeit der Welt“, Archiv für Mathematik, Astronomie und Physik Bd. 5, Nr. 12, S. 10.

Es ist mir nicht bekannt, ob schon jemand darauf verfallen ist, aus der kinetischen Gastheorie in die Ätherstoßtheorie den Begriff der „mittleren freien Weglänge“ überzuführen, um dann aus diesem für die Gravitationswirkung das Vorhandensein einer räumlichen Grenze abzuleiten. Mir scheint das aber sehr wohl möglich, und ich stelle mir den Gedankengang folgendermaßen vor: Denken wir uns zwei etwa mit Platinmoor oder Palladiumasbest überzogene kleine Kugeln  $k_1$  und  $k_2$  eingetaucht in eines der Gase, die von den genannten Substanzen absorbiert werden. Beide Kugeln mögen eine geringe Entfernung voneinander haben und die Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte etwa von Norden nach Süden gerichtet sein. Nördlich liege  $k_1$ , südlich  $k_2$ ; bei beiden Kugeln ist also eine nördliche und eine südliche Hemisphäre zu unterscheiden. Die Flugrichtungen der Gasmoleküle sind nach allen Seiten gleichmäßig verteilt, aber die Absorption bewirkt, daß auf der nördlichen Hemisphäre von  $k_2$  weniger von Norden nach Süden fliegende Moleküle ankommen, als auf der nördlichen Hemisphäre von  $k_1$ , weil letztere nach außen, erstere nach innen gerichtet ist, also eine absorbierende Fläche sich gegenüber sieht. Aus gleichem Grunde kommt auf der Südhemisphäre von  $k_1$  eine geringere Zahl von Süden nach Norden fliegender Moleküle an, als auf der Südhemisphäre von  $k_2$ . Beide Ursachen zusammen bringen für  $k_1$  und  $k_2$  das Streben hervor, sich zu nähern, sind also das Surrogat einer „Anziehungskraft“. — Wird diese Sachlage aber auch bestehen bleiben, wenn man die Entfernung zwischen  $k_1$  und  $k_2$  beliebig vergrößert? —

Die Gasmoleküle fliegen frei durch den Raum. Ein Teil von ihnen stößt an  $k_1$  oder  $k_2$  an, der bei weitem größere Teil fliegt vorbei. Alle aber stoßen sie da und dort gegeneinander an und ändern dabei natürlich ihre Flugrichtung. Ist nun innerhalb eines gewissen Raumes eine gewisse Flugrichtung, z. B. die hier in Betracht kommende nordsüdliche, durch Absorption mehr oder weniger ausgeschaltet, so wird sie zufolge der Richtungsänderungen allmählich auch wieder eingeschaltet, so daß die Gleichmäßigkeit der Richtungen sich nach und nach wiederherstellt. Sobald dieser Zustand voll erreicht ist, muß mit der Ursache auch die Wirkung, d. h. die „Pseudo-Attraktion“, völlig weggefallen sein. Letztere wird also eine gewisse Strecke hindurch ein Maximum von Wirksamkeit haben, dann allmählich abnehmen und zuletzt verschwinden. Das Herrschgebiet dieser „Attraktion“ hängt somit eng zusammen mit der „mittleren freien Weglänge“ der Gasmoleküle, d. h. mit derjenigen Strecke, welche die Moleküle durchschnittlich zurücklegen, ohne gegen ihresgleichen anzustoßen. — Für die mittlere freie Weglänge  $L$  sind Formeln theoretisch abgeleitet worden. Die von *Clausius* und die von *Maxwell* herrührende stimmen darin überein, daß  $L$  proportional ist

einerseits dem Kubus des mittleren Abstandes  $\lambda$  je zweier Moleküle, andererseits umgekehrt proportional dem Quadrat des Radius  $q$  der Wirkungssphäre eines Moleküls. Durch Änderungen von  $\lambda$  und  $q$  ist also der Wert von  $L$  in den weitesten Grenzen veränderungsfähig. Wählen wir als Beispiel einer experimentell und rechnerisch bestimmten Weglänge den Wasserdampf, so ist für ihn bei  $0^\circ$  und 76 cm Druck nach Auerbach<sup>1)</sup>  $L = 65 \mu\mu$ , also  $= 65 \cdot 10^{-9}$  m. Wenn nun Becher recht hat, der (a. a. O. S. 120) den Durchmesser des Elektrons auf ungefähr den hunderttausendsten Teil des Durchmessers eines Wassermoleküls einschätzt, und man für die sogenannte „Wirkungssphäre“ beider Kleinkörper annähernd das nämliche Verhältnis gelten läßt, so kommt ceteris paribus für die mittlere freie Weglänge der Elektronen die ansehnliche Strecke von 650 Metern heraus. Dabei ist aber unterstellt, daß die Elektronen sich in dem von ihnen durchflogenen Raume ebenso dicht beieinander befänden, wie die Moleküle des Wasserdampfes oder — gemäß der Avogadroschen Regel — die Moleküle irgend eines Gases bei  $0^\circ$  und 760 mm Druck. Die Dichtigkeit eines von solchen Elektronen gebildeten und durch das Planetensystem unserer Sonne ausgebreiteten Mediums darf aber ungemein viel geringer angenommen werden, als die eines Gases bei normalem Atmosphärendruck. Zur numerischen Abschätzung solcher Gasdichtigkeit kann die sogenannte Loschmidtsche Zahl  $N$  benutzt werden, für welche die Gleichung  $N \cdot \lambda^3 = 1$  oder  $\lambda^3 = N^{-1}$  besteht. Der Betrag von  $N$  wird verschieden angegeben. Becher beziffert sie auf 28, Auerbach auf nur 21 Trillionen Moleküle im Kubikzentimeter. Nehmen wir an, im Weltraum sei die immer noch kolossale Menge von 21 Millionen „gravific corpuscules“ in jedem Kubikzentimeter vorhanden, so wächst dadurch deren mittlere freie Weglänge von 650 m auf  $650 \cdot 10^{12}$  Meter, und dann geht diese Strecke von der Sonne aus noch sehr weit hinaus über die Flugplätze sämtlicher Planeten und periodisch wiederkehrenden Kometen. Nun wird aber, um auch noch die an den Elektronen beobachteten Fernwirkungen der Ätherstoßtheorie unterzuordnen, das sogenannte „Mikrostrukturverfahren“ von den Elektronen bis zu den „schwermachenden Körperchen“ einen weiteren Schritt ins Kleine hinein unternehmen müssen, einen ähnlichen vielleicht, wie er beim Übergang vom Atom zum Elektron geschieht. Und dann reicht die in Rede stehende mittlere freie Weglänge noch wieder enorm viel weiter. Allein — und darauf kommt es hier einzig an — sie kann nicht unendlich werden, solange man dem Radius  $q$  noch einen von Null verschiedenen Wert beläßt. Hieraus ergibt sich, daß der „Gravitationsschatten“ eine räumliche Grenze haben, die Gravitationswirkung infolge des durch Stöße entstehenden Ausgleichs der Flugrichtungen

allmählich verschwinden<sup>1)</sup>, das Planetensystem der Sonne also auch irgendwo aufhören muß. Wie man sieht, fallen damit die unbequemen Folgen weg, die aus der Voraussetzung einer räumlich grenzenlosen Gültigkeit des Newtonschen Gesetzes gezogen worden sind. Tatsächlich haben wir ja auch nicht die Spur eines Beweises dafür, daß die Gravitation von unserer Sonne aus bis zur nächsten andern Sonne, dem Stern  $\alpha$  Centauri, reicht. Wohl wird häufig darauf gepocht, das Newtonsche Gesetz habe sich noch in den Räumen der Fixsternwelt als gültig bewährt, was aus Beobachtungen an veränderlichen, an Doppel- und Tripelsternen hervorgehe. Trifft das zu, so ist es doch offenbar eine ganz andere Sache. Der Donnerhall schweren Geschützes mag sich viele Meilen weit ausbreiten, dem Ohre vernehmbar. Das mag heute an unserer Westfront der Fall sein und gleicherweise an der Ostfront. Reicht er etwa darum von der einen bis zur andern?

## Besprechungen.

**Unwin, Ernest E., Pond Problems.** Cambridge: at the University Press, 1914. 119 S. und 47 Figuren in Mikrophotogrammen und Federzeichnungen. The Cambridge Nature Study Series, General Editor: Hugh Richardson. Preis sh. 2,—.

Nicht ein wissenschaftliches Werk, wie der Titel vermuten läßt, sondern ein Schulbuch. Ein Buch für Lehrer, wie sie ihren naturgeschichtlichen Unterricht erteilen sollen. Das Leben der Insekten in den Süßwassertümpeln dient als Beispiel, und die Art der Darstellung rechnet mit dem Verständnis der Schüler in den unteren Klassen der englischen Mittelschulen, in den „Preparatory Schools“ und in den höheren Jahrgängen der Elementarschulen.

Wir schlagen das Buch auf das Geratewohl auf und stoßen Seite 26 auf das Kapitel von der Art, wie die Insekten an der Wasseroberfläche atmen. „Es ist unmöglich“, setzt dort der Verfasser auseinander, „das Atmen vieler Wasserinsekten zu verstehen, wie es auch unmöglich ist, die Ortsbewegung vieler unter ihnen zu begreifen und darüber klar zu werden, wie sie das Wasser zur gegebenen Zeit verlassen können, ohne einige Kenntnis der Spannungsverhältnisse an der Oberfläche, dem Flüssigkeitsoberhäutchen des Wassers.“

Was ist das Oberhäutchen des Wassers?

**Materialien für jeden Schüler:** Trinkglas, Nadel, einige Quadratzoll Drahtgaze, Pipetten, ein Kork, etwas Draht, Schrauben, Wasser.

**Aufgabe (56):** Fülle das Glas fast bis zum Rande, und tropfe langsam Wasser zu, bis es übertoll ist. Zeichne auf, wie die Wasseroberfläche erscheint.

(57). Setze eine leichte künstliche Perle auf das Wasser. Erkläre die verschiedene Lage, die sie einnimmt, je nachdem das Glas nicht ganz voll oder übertoll ist.

<sup>1)</sup> Es liegt nahe, diese Wirkung mit der sogenannten „inneren Reibung der Gase“ in Beziehung zu setzen, und dann würde sie vielleicht eine Erläuterung bilden zu dem, was Bottlinger „kosmische Schwächung“ genannt hat. Man dürfte diese dann aber nicht mit seinen Worten: „Absorption im leeren Raume“ kennzeichnen.

<sup>1)</sup> Felix Auerbach, „Taschenbuch für Mathematiker und Physiker“ (Leipzig, Teubner, 1909), S. 259.

(58.) Tauche den Finger in das Wasser und nimm ihn behutsam wieder heraus. Du wirst einen großen Tropfen mit herausheben. Zeichne die Gestalt des Tropfens auf.

(59.) Nimm eine Nadel horizontal zwischen Finger und Daumen und lege sie behutsam auf die Wasseroberfläche. Beschreibe, was geschieht. Achte sorgfältig auf die Oberfläche, wo sie sich mit der Nadel berührt. Beschreibe, was du siehst.

(60.) Wiederhole das mit einem kleinen Stück Drahtgaze.

(61.) Mache dir ein Mensbrougghesches Floß. (Ein Flaschenkork, unten mit einer Schraube beschwert, oben mit einem Drahtreif auf 3 tragenden Drähten.) Achte sorgfältig darauf, daß der Drahtreif horizontal steht und keine Drahtenden abstehen, auch daß die Schraube so beschwert ist, daß der Kork mit seinem oberen Rande mit der Wasseroberfläche abschneidet. Jetzt tauche das Floß mit einem Glasstab unter und laß es wieder los. Erkläre, warum es in seiner neuen Stellung verharret.

(62.) Stoß den Drahtreif durch das Flüssigkeits-oberhäutchen hindurch und gib acht, was geschieht.

Diese einfachen Versuche beweisen die Existenz eines gewissen Zustandes, den das Wasser nur an der Oberfläche und sonst nicht hat. . . . usw. Nach dieser Darlegung kommt der Verfasser auf sein eigentliches Thema, das von der Atmung der Insekten am Oberflächenhäutchen des Wassers.

*Materialien für jeden Schüler:* Culexlarven, Dytiscuslarven. Glastuben. Glasgefäße. Lupen. Mikroskope. Wenn möglich, auch Larven von Dixia und Stratiomys zum Vergleich in Wasserschalen. Mikroskopische Präparate von Dytiscus- und Culexlarven. — Dytiscuslarven in viereckigen Gläsern. Sind die Larven selten, so können je 2 Schüler eine zum Beobachten erhalten.

*Aufgabe* (63.) Woran erkennst du dies als Insekt? (64.) Beschreibe kurz die Hauptkennzeichen der Larven. (65.) Mache eine Skizze von ihr in natürlicher Größe. (66.) Ist sie leichter oder schwerer als Wasser? (67.) Wie hält sie sich am Boden des Glases? Nimmt sie noch andere Stellungen ein? (68.) Beschreibe ihre Haltung, wenn sie an der Oberfläche ist. usw. usw.

Nach einigen weiteren Fragen erfolgt abermals eine Zusammenfassung, und die Untersuchung wendet sich in der gleichen Weise den Culexlarven zu, um schließlich nach Vergleichen mit Dixia und Stratiomys zu einem allgemeinen Resultat zu kommen.

Wie aus dieser Probe hervorgeht, will *Unwin* vor allem dies, daß der naturgeschichtliche Unterricht vom lebendigen Organismus ausgeht, daß er das Tier in seiner Umwelt aufsucht und aus der Umwelt heraus begreift. Nature Study should be regarded as research, and the work so planned that the pupils have to use their own powers of observation and reflection. — The spirit of *Darwin* should be brought into our work in its fourfold character of curiosity, of observation, of experiment, and of the power to draw conclusions from the facts obtained by the observations and experiments.

Als eines der geeignetsten didaktischen Mittel zur Erreichung dieses Zieles erscheint ihm die Frageform, und zwar wählt er die Fragen so, daß sie von einem Punkte zum andern weiterleiten und nur nach sorgfältiger Beobachtung beantwortet werden können. Gelernt hat *Unwin* diese Methode von seinem Lehrer an der Universität Leeds, *L. C. Miall*, dessen Werke über *The Natural History of Aquatic Insects* (Macmillan, 3 sh. 6 d.) er auch die Anregung zu dem vorliegenden

Buche verdankt. Auch hat er sich weiter geschult an Prof. *J. Arthur Thomsons*, „Vier Hauptfragen des Naturforschers“ (erschieden in der vergriffenen Schrift *Some suggestions to teachers for reasonal Nature Study*, doch wieder abgedruckt in dem Board of Education Memorandum on Nature Study and the Teaching of Science in Scottish Schools, Wyman & Sons, 3 d.).

In dieser ansprechenden und zweifellos sehr fördernden Weise des Verfassers behandeln die zehn Kapitel des Buches die Themen: „Wie die Tiere zu fangen sind“ (der Lehrer soll sie möglichst mit den Schülern gemeinsam suchen und fangen), „Was ist ein Insekt?“, „Die Festlegung der Probleme“, „Die Atmung“, „Oberflächenatmung“, „Tauchröhren und Taucherglocke“, „Eine neue Erfindung“ (Tracheenkiemenatmung), „Das Ausschlüpfen aus dem Wasser“, und Lebensgeschichten: vom Ei bis zum fertigen „Insekt“ an Chironomus beobachtet. Ein Anhang behandelt das Material, die Apparate und die mikroskopische Technik.

Bei der Zielsetzung und einigen Lehrproben läßt es *Unwin* bewenden. Einen ganzen Lehrgang gibt er nicht.

Ohne Zweifel ist das Werkchen eine erfreuliche Erscheinung, ein gutes und nützliches Buch. Doch nicht eigentlich eine pädagogische Tat. Die Pädagogik, namentlich die deutsche, kennt die Fragen, zu denen es sich äußert, schon längst. Über den Lernprozeß haben sich z. B. schon *Herbart*, *Ziller* und ihre Schüler in klassischer Weise geäußert, Aufzeichnungen für einen fruchtbaren naturgeschichtlichen Unterricht, der sich auf Beobachtung gründet, hat unter vielen anderen der Kieler Volksschullehrer *F. F. Groth* gegeben (Aus meinem naturgeschichtlichen Tagebuche, Langensalza, Hermann Beyer & Söhne, 1891, M. 2,40; die naturphilosophische Auffärbung übersieht man), und von den Lebensgemeinschaften als Ziel- und Angelpunkt des Naturerkennens in der Schule ist niemals und nirgends einsichtsvoller gehandelt worden als in *Junges Dorfteich*.

Dennoch hat das englische kleine Buch etwas unwiderstehlich Anziehendes. Das ist die frische fröhliche Art, wie es die Jungen zu selbständigen kleinen Forschern macht, und das ist die Unbekümmertheit, mit der es den wissenschaftlichen Lehrgebäuden gegenübersteht.

Wir sind darin schwerfälliger. Unsere Gründlichkeit macht uns schwerfällig. Als die biologischen Wissenschaften sich in Spirituspräparaten und Herbarien erschöpften, da studierten wir in den Schulen gewissenhaft Museumsnaturkunde — peinlich genau nach Linné und anderen Meistern. Als die natürlichen Systeme durchgedrungen waren, schrieben wir uns voll Eifer Leitfäden und Lehrbücher nach den neuen Systemen — und gründeten Schulnaturalienkabinette. Seit die Universitäten den Übergang zur Institutsarbeit (zur „wissenschaftlichen“ Zoologie) vollzogen haben, fühlen wir uns verpflichtet, Anatomie, ja vergleichende Anatomie, Physiologie und Entwicklungsgeschichte zu lehren — hübsch systematisch selbstverständlich — und gliedern unseren Schulen Kurse und „Institute“ an. — In allen diesen Bestrebungen hielten wir uns streng parallel zu den jeweiligen wissenschaftlichen Arbeiten, jedoch in Zeitabständen von 10 und 20 Jahren hinterher. Und so mußte es ja geschehen, daß wir für eine glänzende Erscheinung wie die *Junges* das Augenmaß nicht hatten. Wir fanden in ihm nicht „Gesetz“ und „System“ genug, und die Universitätsstudien seiner



Zeit regten uns nicht genug an, seine Wege weiter zu verfolgen. — Nur einige Gramm von der Unbekümmertheit, wie sie sich in *Unwin* dokumentiert, und wir wären gerettet gewesen.

Leider *schweigt Unwin* ja über seinen Gesamtlehrplan. Wenn er aber einen Lehrgang hätte, der sich von A bis Z auf das Beobachten gründete, und *wenn daher in diesem seinem Unterricht nur einheimische Tiere vorkämen*, ich wäre der erste, der das als eine Erlösung begrüßte! Denn ich meine: es ist schlechterdings kein anderer naturgeschichtlicher Unterricht *möglich*, als der auf eigene Beobachtungen gegründete. Und diese Beobachtungen können nur an den Tieren der Heimat gewonnen werden.

Um den damit entfallenden Einblick in das Gefüge der Klassen und Ordnungen des Tierreichs soll sich die Schule nicht grämen. Wir suchen auch den Geist der Sprache nicht in den Wörterbüchern und legen keinerlei Wert auf deren alphabetisches (also künstliches) System. Wo aber die Kenntnis ausländischer Tiere (und überhaupt der Beobachtung entrückter Tiere) notwendig wird — die Konzentration der Unterrichtsfächer *macht* sie notwendig —, da sollen *naturgeschichtliche Lesebücher* aushelfen.

Ich weiß, wie gesagt, nicht, ob *Unwin* bei seinem Unterricht in dieser Art verfährt. Es will mir aber scheinen, als ob wir heute auch nicht mehr darauf zu warten brauchten, daß uns die Bootham und Leighton Park Schools diesen Weg bahnten. Unsere heutige eigene Wohlhabenheit gestattet uns dieselbe Beweglichkeit in Schulexperimenten, wie sie sich die Engländer schon vor einem Jahrhundert leisten durften, und unser pädagogischer Tiefgang mag uns dabei vor Verirrung behüten.

Wir werden überdies demnächst eine Generation von Lehrern haben, deren Gesichtskreis im Selbstsehen und Selbsterfahren sich über die Grenzen Europas hinaus erstreckt. Ein Unternehmen wie die Zimmer-Winklersche Lehrexpedition nach Ostafrika ist ein gutes Symptom in dieser Richtung, und eine weitsichtige Stiftung wie das Dr. Paul Schottländer'sche Reisestipendium an der Breslauer Universität wird hier Bahnen brechen, deren Pflege sich auch die Unterrichtsverwaltung mit wärmstem Herzen annehmen sollte.

Thilo Krumbach, Rovigno.

#### Meyer, Arthur, Erstes mikroskopisches Praktikum.

Eine Einführung in den Gebrauch des Mikroskopes und in die Anatomie der höheren Pflanzen. Zum Gebrauche in den botanischen Laboratorien und zum Selbstunterrichte. Für Botaniker, Zoologen, Studierende des höheren Lehramtes, Pharmazeuten und Chemiker. Dritte vervollständigte Auflage. Jena, G. Fischer, 1915. V, 255 S. und 110 Abb. Preis geh. M. 6,50, geb. M. 7,50.

Die dritte Auflage des bekannten Werkes von *Arthur Meyer* ist nicht wesentlich länger als die zweite, die 1907 erschien, enthält aber fast 30 Textfiguren mehr. Sie bildet eine sehr glückliche Ergänzung zu dem nicht minder verdienstlichen und verbreiteten Kleinen mikroskopischen Praktikum Strasburgers, das ebenfalls von G. Fischer in Jena verlegt und nach des Verfassers Tode in der 7. Auflage (1913) von *M. Koernicke* mit Geschick weitergeführt worden ist. Während nämlich letzteres das gesamte Pflanzenreich in seinen Hauptvertretern berücksichtigt, hält sich *Meyer* fast ausschließlich an die höheren Pflanzen, indem er von allen niederen nur die Alge *Spirogyra* behandelt. Dafür schildert er um

so genauer den Bau von Wurzel, Rhizom, Achse, Blatt, Blüte, Frucht und Samen der Angiospermen, ja, ich möchte glauben, für das „Erste“ mikroskopische Praktikum liefert er fast zu viel des Guten. Jedenfalls kann auch jemand, der sich nicht der Vorteile eines botanischen Institutes erfreut, sondern auf sich selbst angewiesen ist, mit Hilfe von *Meyers* „Einführung“ in den so sehr verwickelten Bau der höheren Pflanzen eindringen, wenn er den ausführlichen Vorschriften technischer Art und den minutiösen Beschreibungen folgt, die der Verfasser ihm mitteilt. Das Hauptgewicht legt dieser auf die Darstellung der Pflanze als eines Komplexes von „Zellarten“, bevorzugt daher die Methoden, die in den mikroskopischen Präparaten die Zellhäute besonders hervortreten lassen, und tut auch deren chemische Zusammensetzung in kritischer Weise dar. Plasma und Kern der Zelle bespricht er dagegen, obwohl ausreichend, ziemlich kurz; zwar bringt er einen eigenen Abschnitt über die Plasmaverbindungen zwischen den Zellen, aber die Plasmaströmung in den lebenden Zellen, die für den Anfänger doch ein nicht unwesentliches Thema bildet, wird nicht einmal erwähnt, geschweige beschrieben. — Als Objekte hat *Meyer* fast immer leicht zugängliche Pflanzen ausgesucht; auch die Methoden sind so einfach wie möglich gewählt: erst ganz am Schlusse werden die Einbettung in Paraffin und der Gebrauch des Mikrotoms gelehrt und an Stelle der bis dahin geübten Fixierung — Verfasser redet hier leider oft von Fixage statt von Fixiergemisch — in starkem Alkohol einige umständliche Vorschriften zum Fixieren und Färben kurz erörtert. Sehr großen Wert legt Verfasser mit Recht auf das Zeichnen der von den Schülern selbst angefertigten Präparate; meist läßt er es allerdings ohne die Camera lucida ausführen. In Kapitel 44 bringt er reichliche Literaturnachweise und verteidigt seinen Standpunkt in manchen Fragen der Nomenklatur und Deutung des Beobachteten.

P. Mayer, Jena.

**Braun, Max, und Otto Seifert, Die tierischen Parasiten des Menschen, die von ihnen hervorgerufenen Erkrankungen und ihre Heilung.** I. Teil: Naturgeschichte der tierischen Parasiten des Menschen von *M. Braun*. 5. Auflage. Würzburg, C. Kabitzsch, 1915. X, 559 S. und 407 Abb. im Text. Preis geh. M. 13,—, geb. M. 14,50.

*Brauns* jetzt in fünfter Auflage vorliegendes Lehrbuch der tierischen Parasiten des Menschen braucht keine besondere Empfehlung mehr. Dank seiner klaren und zuverlässigen Darstellung wie seiner übersichtlichen Anordnung hat es sich bereits seit langem mit Recht einen geachteten Platz in der zoologisch-medizinischen Literatur erworben. Die Aufgabe des Referenten kann sich daher auf die Feststellung beschränken, daß auch die neue Auflage die Fortschritte der Forschung auf diesem Gebiete voll berücksichtigt hat und daher in allen Teilen zahlreiche Verbesserungen aufweist.

Die Einteilung des Buches ist in den Grundzügen naturgemäß die alte geblieben: Auf ein kurzes einleitendes Kapitel über Parasiten und Parasitismus im allgemeinen folgen die Hauptabschnitte über die Parasiten des Menschen unter den Protozoen, Würmern und Arthropoden. Von diesen konnten die Kapitel über die Würmer am wenigsten geändert bleiben, während die früher etwas stiefmütterlicher behandelten Arthropoden in der neuen Auflage eine eingehendere Darstellung finden. Einer völligen Neubearbeitung mußte dagegen entsprechend der intensiven Forschung auf diesem Ge-

biete der Abschnitt über die parasitischen Protozoen unterzogen werden, eine bei der fast unübersehbaren Literatur und den zahlreichen noch schwebenden Streitfragen keineswegs leichte Aufgabe, die der Verfasser mit dankenswerter Sorgfalt und Objektivität durchgeführt hat.

So wird denn die Braunsche Parasitenkunde auch in ihrer neuen Form nicht nur dem Studierenden ein zuverlässiger Führer, sondern auch dem Arzt wie dem Forscher ein gern benutztes Hilfs- und Nachschlagewerk sein.

Für spätere Auflagen sei nur noch der Wunsch ausgesprochen, daß der Verf. auch die dem Buche beigegebenen Abbildungen einer ebenso gründlichen Musterung unterziehen möge, wie er sie dem Inhalte angeeignet läßt, da neben vortrefflichen älteren wie neuen Figuren auch noch manche wenig brauchbaren weiter mitgeführt werden.

Der vorigen Auflage bereits beigegebene von O. Seifert bearbeitete klinisch-therapeutische Teil des Werkes wird diesmal gesondert erscheinen.

V. Jollos, Berlin.

**Solbrig, O., Desinfektion, Sterilisation, Konservierung.** 401. Bändchen der Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen: Aus Natur und Geisteswelt. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. 80. VI, 116 S. und 20 Abbildungen im Text. Preis M. 1,25.

Das vorliegende kleine, wohlfeile Büchlein behandelt die für die öffentliche Gesundheitspflege so wichtigen Kapitel: Desinfektion, Sterilisation und Konservierung in klarer, gemeinverständlicher und doch erschöpfender Darstellung. In der Einleitung wird Näheres über Bakterien, ihre Verbreitung, Lebensäußerungen, die geschichtliche Entwicklung der Bakteriologie und Ähnliches mitgeteilt.

Im Abschnitt Desinfektion behandelt der Verf. nach einleitenden Ausführungen die in Frage kommenden Infektionskrankheiten. Die Anforderungen an ein gutes Desinfektionsmittel werden geschildert, und die physikalischen und chemischen Mittel zur Desinfektion besprochen. Daran schließt sich die Anwendung der Desinfektionsmittel im einzelnen, wobei geschildert wird, wie die Desinfektion von Personen, Händen, Leichen, Kadavern und allen möglichen Gebrauchsgegenständen vorgenommen werden soll. Den Schluß dieses Kapitels bildet eine Mitteilung der gesetzlichen Bestimmungen über die Desinfektion.

Bei Schilderung der Sterilisation im nächsten Kapitel wird die Anwendung dieser Methode für das praktische Leben, insbesondere die so wichtig gewordene Sterilisierung von Trinkwasser, nach dem neuesten Stande von Wissenschaft und Technik behandelt. Es folgt eine Behandlung der Anwendung der Sterilisation in der ärztlichen Praxis und in der Bakteriologie.

Der Abschnitt Konservierung geht zunächst auf die Bedeutung der Konservierung von Nahrungsmitteln näher ein. Es werden dann die verschiedenen erlaubten und unerlaubten Verfahren der Nahrungsmittel-Konservierung besprochen. In einem Schlußwort würdigt der Verf. noch die wirtschaftliche und kulturelle Bedeutung der drei Methoden und zieht praktische Nutzenanwendungen.

Das Büchlein bringt auf sehr knappem Raum in angenehmer und anschaulicher Sprache eine Fülle von

wissenswerten Einzelheiten, so daß ihm weiteste Verbreitung zu wünschen ist.

J. Tillmans, Frankfurt a. M.

**Oppel, Albert, Gewebekulturen und Gewebepflege im Explantat.** Mit Vorworten von P. Ehrlich und E. Abderhalden. Sammlung Vieweg. Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1914. VII, 104 S. und 32 Textabbildungen. 8°. Preis M. 3,—.

Gewebepflege treiben wir dann, wenn wir Gewebe der Pflanzen und der Tiere dem Organismus entnehmen und dadurch am Leben erhalten, daß wir sie in ein Medium verbringen, das, ohne selbst ein Organismus zu sein, einerseits die Schädigungen abhält, denen das sich selbst überlassene Gewebe anheimfallen würde, und das andererseits diejenigen Bedingungen dem Gewebe bietet, deren es zum Fortleben bedarf. Die Gewebekultur im Explantat gestattet die unmittelbare Untersuchung der Lebensvorgänge der Gewebestücke, ferner der Erscheinungen, die die Entfernung aus dem Organismus und die Einwirkung neuer Medien mit sich bringt.

A. Oppel, der durch eigene Forschungen auf diesem Gebiete und durch wiederholte Berichte über die Arbeiten anderer Autoren sich um das Explantationsverfahren und seine wissenschaftliche Verwertung große Verdienste erworben hat, gibt in dem vorliegenden Buch eine kurzgefaßte, leicht lesbare Zusammenfassung des gegenwärtigen Standes der Gewebekultur. In 17 Kapiteln werden die Stellung der kausalen Histologie, die sich an der Ermittlung der Wirkungsweisen der Gestaltungs- und Betriebsfunktionen beteiligt, in ihrem Verhältnis zur Biologie, die Technik der ihr dienenden Explantation und die bis jetzt damit erzielten Ergebnisse mitgeteilt.

Besonders zu begrüßen sind Oppels kritische Erörterungen über das Vorkommen von Wachstumsvorgängen in den Gewebekulturen. Entgegen der zu weitgehenden Behauptung amerikanischer Autoren, daß sich von den Geweben erwachsener Säugetiere durch geeignete Maßnahmen unbegrenzt vermehrbare Kulturen, den Bakterienkulturen vergleichbar, gewinnen lassen, zeigt er, daß die ausgepflanzten Gewebe erwachsener Organismen nur abgemessene Lebensdauer besitzen und altern. „Embryonale Gewebe werden dagegen bei guter Pflege manche Lebenserscheinungen im Explantat in höherem Grade zeigen, so z. B. organisches Massenwachstum, aus dem einfachen Grunde, weil embryonales Gewebe im Organismus auch mehr organisches Massenwachstum zeigt als erwachsenes Gewebe. Es ist aber anzunehmen, daß dieses Wachstum embryonaler Gewebe im Explantat nicht länger andauert, als die Wachstumsperiode der betreffenden Embryonen, von denen das Explantat stammt, zu dauern pflegt. Hernach wird das organische Massenwachstum sich in der Regel nur in dem Maße fortsetzen, wie es im Organismus der Fall ist, also eben hinreichend, um den stattfindenden Verbrauch zu decken. Es sind also nur geringe Aussichten vorhanden, im Explantat länger andauerndes und ausgedehnteres Massenwachstum oder eine längere Lebensdauer der Gewebe zu erzielen, als im Organismus vorkommt.“

Von den elementaren Lebensäußerungen der Zellen, die im Explantat der direkten Beobachtung zugänglich werden, ist die Zellbewegung für das Entwicklungsgeschehen von großer Bedeutung. Oppel hofft, daß

die Gewebekultur als entwicklungsmechanische Methode die Frage lösen wird: „Warum tritt bei der Entwicklung zu gewissen Zeiten an bestimmten Orten eine Zellbewegung in bestimmten Richtungen auf?“ Den in dieser Hinsicht gewonnenen, vorbereitenden Ermittlungen an Wirbeltieren wird in einiger Zeit der Ref. an Wirbellosen erhaltene Beiträge hinzufügen können. Einstweilen gibt *Oppel* eine programmatische Übersicht der zurzeit unterscheidbaren Bewegungsarten der Zellen und Gewebe.

J. Schazel, Jena.

**Grafe, V., Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen.** Berlin, Paul Parey, 1914. X, 494 S. und 186 Textabbildungen. Preis M. 17,—.

Der Plan des Verfassers war, durch die Abfassung eines methodischen Leitfadens der Ernährungsphysiologie der Pflanzen eine in der botanischen Lehrbuchliteratur bestehende Lücke zu füllen, und er hat versucht, in Anlehnung an *Abderhaldens* „Biochemische Arbeitsmethoden“ seine Aufgabe zu lösen.

Das vorliegende Buch stellt einen sehr inhaltreichen Bericht über die Methoden der Ernährungsphysiologie dar; die Fülle dessen, was Verf. z. B. in den der C-Assimilation und der Atmung gewidmeten Kapiteln bringt, macht sein Werk auch für den Spezialisten wertvoll. Fast alle mitgeteilten Methoden hat Verf., wie das Vorwort mitteilt, auf ihre Brauchbarkeit selbst geprüft. Leider hat ihn die Vertrautheit mit seinem Stoff noch nicht zu der Verarbeitung geführt, die für ein „Praktikum“ vielleicht mancher Leser wünschen möchte, und an vielen Stellen bleibt es bei einer Aufzählung der Autoren, die wichtige Beiträge zu irgend einer Frage geliefert haben, und einer Schilderung ihrer Methoden. Die Schwierigkeiten, die einer befriedigenden Gruppierung des umfangreichen Stoffes sich in den Weg stellen, sind nicht immer völlig überwunden worden — ich verweise auf die Anordnung dessen, was Verf. über das Wachstum, über chemische Analysen oder über den osmotischen Druck der in den Pflanzen vorwiegenden Flüssigkeiten sagt. Die Mikroorganismen werden — der vom Verf. gewählten Umgrenzung der Aufgabe entsprechend — nur in besonderen Fällen, wie bei Besprechung der N-Assimilation in den Leguminosenknöllchen, erwähnt. Ob eine Umgrenzung des Themas, welche die Ernährungsphysiologie der Mikroorganismen prinzipiell ausschaltet, in allen Punkten der Darstellung allgemeiner ernährungsphysiologischer Fragen zugute kommt, muß zweifelhaft erscheinen.

E. Küster, Bonn.

## Astronomische Mitteilungen.

**Keplers Verdienste um das Gesetz der allgemeinen Massenanziehung.** Inmitten des gegenwärtigen Weltkrieges, der nicht zum mindesten die Engländer im richtigen Urteil über deutsche Gelehrte trübt, ist es von Interesse festzustellen, daß unser großer deutscher Astronom *Kepler* (zu Weil in Württemberg 1571 geboren) nicht nur der Vorgänger, sondern sogar der Lehrer *Newtons* gewesen ist, den man gewöhnlich als Entdecker des allgemeinen Massenanziehungsgesetzes zu bezeichnen pflegt. Das Gravitationsgesetz findet sich eigentlich schon vollständig in *Keplers* Werken

ausgesprochen, wie besonders *Ludwig Günther* in seinem das Lebenswerk *Keplers* darstellenden Buche „Die Mechanik des Weltalls“ (Leipzig, B. G. Teubner) des näheren zeigt und wie im neuesten Heft der Zeitschrift „Himmel und Erde“ (Heft 7, 1915) von *Felix Linke* noch besonders hervorgehoben wird. Auch *Alexander von Humboldt* hat im „Kosmos“ schon *Keplers* Verdienste um das Gravitationsgesetz voll gewürdigt, was in unserer schnelllebigen Zeit vielfach der Vergessenheit anheim gefallen ist. Nach den Untersuchungen *Günthers* kann man annehmen, daß schon bei *Kepler*, also etwa 80 Jahre vor *Newton*, die Grundlagen zum Gravitationsgesetz vollständig vorhanden waren und daß eigentlich *Keplers* Arbeiten den Anstoß zu den weltumfassenden Entdeckungen *Newtons* gaben, der sein Massenanziehungsgesetz bei *Kepler* fertig entwickelt bereits vorfand. Sagt doch *Kepler* deutlich in seiner „Astronomia nova“: die Kraft der Sonne, mit der sie alle Planeten um sich hält, wird in größeren Entfernungen von ihr immer kleiner und sie verhält sich umgekehrt wie das Quadrat (!) der Entfernungen der Planeten von der Sonne. Ohne die Verdienste *Newtons* um die theoretische Begründung des Gravitationsgesetzes schmälern zu wollen, muß *Keplers* Priorität doch im Sinne der geschichtlichen Wahrheit betont werden, eine Tatsache, die in den meisten Lehrbüchern unerwähnt bleibt.

**Über Störungen der Strahlenbrechung im Innern der Beobachtungsräume,** ein sehr wichtiges Gebiet der modernen astronomischen Meßkunst, macht *E. Przybyllok* vom Potsdamer Geodätischen Institut interessante Mitteilungen in Nr. 4811 der *Astronomischen Nachrichten*. Der Betrag der Strahlenbrechung hängt im wesentlichen von den Dichtigkeitsverhältnissen der untersten Luftschichten ab, also gerade von den dicht über dem Fernrohrobjektiv gelagerten Schichten der Luft. Innerhalb der Beobachtungsräume bilden sich nun besondere Saalrefraktionen, die durch unregelmäßige Schichtungen eines mehr oder weniger abgeschlossenen Lufteraumes entstehen. Es ist daher bei dem Bau von Beobachtungshäusern, in denen Präzisionsinstrumente aufgestellt werden, vor allem auf eine vorzügliche Luftausgleichung Rücksicht zu nehmen, damit die Außen- und Innenluft möglichst gleiche Temperaturen haben. Um ganz von der Zimmerrefraktion frei zu werden, müßte man eigentlich sogar in vollständig freier Luft die Messungen am Fernrohr ausführen.

**Neuentdeckungen von Planetoiden und Kometen.** Auf der Königstuhl-Sternwarte bei Heidelberg sind am 11. August zwei neue kleine Planeten der 12. und 13. Größenklasse von Prof. *M. Wolf* entdeckt worden. Der zweite Tempelsche periodische Komet, dessen Wiederkehr in diesem Jahre erwartet wurde, konnte als Komet 1915 c auf der Sternwarte Bergedorf bei Hamburg am 9. und 10. August beobachtet werden. Von der Kopenhagener Sternwarte, die im gegenwärtigen Weltkriege die Kieler Zentralstelle für astronomische Telegramme im Auslande vertritt, und bei der auch, mit Ausnahme der französischen, alle internationalen astronomischen Entdeckungsmeldungen wirklich einlaufen, hat eine für September und Oktober d. J. geltende Ephemeride für die Bahnbewegung dieses zweiten Tempelschen Kometen herausgegeben.

A. Marcuse.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 39.

24. September 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Ein neues Buch über das Leben und Wesen der Bienen. Von *E. Wasmann S. J., Valkenburg.* (Schluß.) S. 497.

Rhythmische Kristallisation. Von *Dr. Raphael Ed. Liesegang, Frankfurt a. M.* S. 500.

### Besprechungen:

Schüle, W., Technische Thermodynamik. Von *G. Zerkowitz.* S. 502.

Siegel, G., Der Staat und die Elektrizitätsversorgung. Selbstanzeige. S. 504.

Lenz, Die Rechenmaschinen und das Maschinenrechnen. Von *R. Pohl.* S. 504.

Kleine Mitteilungen. S. 505—507.

Die Umwandlungen der Schwefelverbindungen

im Ackerboden. Die chemische Natur der Enzyme. Eine allotrope Modifikation des Bleis. Eine neuartige Lumineszenz an Calciumpräparaten. Über die Ausnützung des pflanzlichen Eiweißes im Tierkörper. Alkoholoxydation durch die Samenpflanzen. Versuche mit Ersatzstoffen für Wetterlampenbenzin.

### Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Zeitschrift für Elektrochemie. S. 507.

Physikalische Zeitschrift. S. 507.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. S. 508.

Geographische Zeitschrift. S. 508.

Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. S. 508.

Verlag von Julius Springer in Berlin

## Technische Thermodynamik

Von

**Prof. Dipl.-Ing. W. Schüle**

Zweite, erweiterte Auflage der „Technischen Wärmemechanik“

Erster Band:

**Die für den Maschinenbau wichtigsten Lehren  
nebst technischen Anwendungen**

Mit 223 Textfiguren und 7 Tafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 12.80

Zweiter Band:

**Höhere Thermodynamik, mit Einschluß der chemischen Zustands-  
änderungen, nebst ausgewählten Abschnitten aus dem Gesamtgebiet  
der technischen Anwendungen**

Mit 155 Textfiguren und 3 Tafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 10.—

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24,— für den Jahrgang, M. 6,— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Nährwerttafel

Gehalt der Nahrungsmittel an ausnutzbaren Nährstoffen, ihr Kalorienwert und Nährgeldwert, sowie der Nährstoffbedarf des Menschen

Graphisch dargestellt

Von

**Geh. Reg.-Rat Dr. J. König**

o. Professor an der Westfäl. Wilhelms-Universität und Vorsteher der Landw. Versuchsstation in Münster i. W.

Eine Tafel in Farbendruck nebst erläuterndem Text, in Umschlag

Elfte, verbesserte Auflage — Preis M. 1.60

# Pilz-Merkblatt

Die wichtigsten essbaren und schädlichen Pilze

Bearbeitet im

**Kaiserlichen Gesundheitsamte**

Mit einer Pilztafel in farbiger Ausführung

Preis 15 Pf.

50 Exempl. M. 5.50; 100 Exempl. M. 9.50; 1000 Exempl. M. 85.—

Bei dem Bestreben, in der jetzigen Kriegszeit auch die wildwachsenden Gemüse der Volksernährung dienstbar zu machen, werden voraussichtlich die Pilze in noch weiterem Umfange als bisher gesammelt werden. Damit steigt aber auch die Gefahr der Verwechslung essbarer mit giftigen Pilzen. Es sei deshalb auf das vom Kaiserlichen Gesundheitsamt herausgegebene Pilz-Merkblatt hingewiesen, das durch seine Belehrungen und eine beigegebene Pilztafel mit 32 farbigen Abbildungen der gedachten Gefahr möglichst vorzubeugen sucht. Auf die eine Verbreitung in weitem Umfange zulassenden billigen Partiepreise sei besonders aufmerksam gemacht.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

24. September 1915.

Heft 39.

## Ein neues Buch über das Leben und Wesen der Bienen.

Von E. Wasmann S. J., Valkenburg, L. Holland.

(Schluß.)

### II. Teil. Vom Wesen der Honigbiene.

Dieser Teil, der fast die Hälfte des Buches (S. 159—259) umfaßt, ist wegen seiner Beziehungen zur *Tierpsychologie* von besonderer Wichtigkeit. Hier können nur die Ergebnisse kurz skizziert und durch einige kritische Bemerkungen ergänzt werden.

Zuerst orientiert uns der Verfasser im 10. Kapitel über die *Sinne der Biene*.

Das *Orientierungsvermögen* oder das *Ortsgedächtnis* der Biene, auf dem ihre Heimkehrfähigkeit beruht, ist viel unstritten worden. J. H. Fabre und Bonnier wollten das Ortsgedächtnis durch einen rätselhaften „Richtungssinn“ ersetzen, Bethe durch eine „unbekannte Kraft“, Piéron durch einen reflektorisch wirkenden Muskelsinn, Cornetz durch einen „kinästhetischen Winkelsinn“ usw. In Wirklichkeit ist das Ortsgedächtnis „ein geordnetes Aneinanderreihen von Erinnerungsbildern“, die vom Tiere durch seine Sinneserfahrung gesammelt worden sind. So lernt die Biene „ihren Stock und die Umgebung kennen“. Auch ich halte diese Erklärung für die richtige, und meine Ausführungen über das Orientierungsvermögen und das sinnliche Gedächtnis der Ameisen<sup>1)</sup> stehen hierin mit jenen v. Buttel-Reepens im Einklang. Das „instinktive Richtungsbild“, wie ich es nannte, ist aus Erfahrungselementen zusammengesetzt, die mehreren verschiedenen Sinnen entstammen. Es sei hier noch hingewiesen auf eine neuere, v. Buttel-Reepen noch unbekannte Schrift von R. Brun „Die Raumorientierung der Ameisen und das Orientierungsproblem im allgemeinen“ (Jena 1914), worin Brun zu wesentlich denselben Schlußfolgerungen gelangt wie v. Buttel-Reepen und ich, obwohl sie bei Brun in die nicht leicht verständliche Semonsche Terminologie gekleidet sind. Daß die Ameisen und Bienen nicht bloße „Reflexmaschinen“ sind, wie Bethe 1898 gemeint hatte, sondern durch sinnliche Erfahrung zu lernen vermögen, dürfte heute als allgemein anerkannt gelten. 1889 (Zoologica Heft 26) hatte ich jene Reflextheorie für die Ameisen, und 1900 v. Buttel-Reepen für die Bienen (im Biolog. Zentralbl.) erstmalig widerlegt.

Der *Farben- und Formensinn* der Bienen (S. 164 ff.) ist Gegenstand mannigfacher Versuche

von verschiedenen Forschern geworden, die hierbei zu teilweise entgegengesetzten Resultaten kamen. v. B. hält es für zweifellos erwiesen, daß die Bienen durch ihren Gesichtssinn Farben zu unterscheiden vermögen, obwohl es sehr fraglich ist, ob sie diese in derselben Weise sehen wie wir. Auf die Frage: was zieht die Biene zu den Blumen? antwortet er: aus der Ferne ist es der Nektargeuch der Blüten (nicht zu verwechseln mit dem Blütenduft), in der Nähe ist aber auch die Farbe das Bestimmende (S. 169). Durch allmähliche Assoziation werden beide Elemente miteinander im Gedächtnis der Biene verbunden. Auf diesen Assoziationsvorgängen beruht auch der „Zeitsinn“ der Bienen (S. 234), durch den sie bestimmte Blüten zu eben jener Tageszeit besuchen, wo dieselben Nektar haben. Das Ortsgedächtnis der Biene umfaßt daher nicht bloß Elemente der Formen- und Farbenwahrnehmung, sondern auch solche der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung usw., indem z. B. von der bestimmten Form „Fenster“ die Erinnerung an „Honigkost“ ausgelöst wird.

Nähere Erörterungen über das *Sehvermögen* der Bienen bietet v. B. S. 171 ff. Zur Funktion der einfachen Augen (Ocellen) sei hier noch bemerkt, daß dieselben bei manchen neotropischen Wanderameisen der Gattung *Eciton* auch zur Farbenunterscheidung in der Nähe fähig sind<sup>1)</sup>. Die Lebensweise dieser Ameisen stimmt auch gut zu der Hypothese, daß die Ocellen zum Sehen im Dämmerlicht dienen (S. 174). Das *Geruchsvermögen* der Bienen ist trotz der entgegengesetzten Ansicht Forels bei der Honigbiene gut entwickelt (S. 178 ff.) und von vitaler Bedeutung für ihr Kolonieleben. Hierauf weist namentlich ihre starke Reaktion auf den Königingeruch hin. Mc. Indoo will neuerdings den Antennalorganen der Insekten keinerlei Geruchsfunktion zugestehen. Das steht jedoch in Widerspruch mit der ganzen Biologie der Ameisen (u. auch der Bienen), wo der „Berührungsgeruch“ (odeur au contact Forels), der durch die Fühlerspitzen vermittelt wird, eine Hauptrolle spielt beim Erkennen von Freund und Feind usw. Das *Mitteilungsvermögen* und der *Gehörsinn* (S. 190 ff.) gehen ebenfalls aus zahlreichen Beobachtungstatsachen hervor. Allen biologischen Zuständen im Bienenvolk entspricht eine Lautäußerung, auf welche die Gefährtinnen reagieren. Der Sterzelton der Bienen wird sodann näher besprochen, und die Kontroverse über das Gehörvermögen der Bienen und der Ameisen

<sup>1)</sup> Siehe besonders: Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen (Zoologica Heft 26) 1899 und 1909 (IV. Kap.) und: Zum Orientierungsvermögen der Ameisen (Allgem. Ztschr. f. Entomol. 1901, Nr. 2 u. 3).

<sup>1)</sup> Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen, 2. Aufl. 1909, S. 56 u. 60 ff.

kritisch behandelt (S. 195 ff.). Ich bin hier ganz mit v. B. einverstanden, der sich auch auf meine Untersuchungen über das Gehörvermögen der Ameisen 1899 und 1909 (Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen, 2. Aufl., VI. Kap.) beruft. Auch das Gehör der Termiten steht außer Zweifel. Als Gehörorgan möchte v. B. nicht die Forelschen flaschenförmigen Organe, sondern vielmehr die sogenannten Membranplatten ansprechen; die Gründe, die er hierfür anführt, scheinen mir viel Wahrscheinlichkeit zu besitzen. Außerdem kommen auch eigene chordotonale Sinnesorgane in den Tibien und im Kopfe vor. Zum Schlusse dieses Abschnittes erwähnt der Verf. noch „ein seltsames Phänomen“ (S. 207 ff.), das schon vor mehr als hundert Jahren durch *Burnens*, den Sekretär *Franz Hubers*, entdeckt wurde. Arbeitsbienen, die sich in der Nähe einer „tutenden“ Königin befinden, verfallen für einen Augenblick in Unbeweglichkeit. Es gelang v. B., diese Erscheinung in verstärktem Maße durch einen künstlich erzeugten Ton hervorzurufen.

Blicken wir auf die Ergebnisse dieses Kapitels zurück, so finden wir, daß die Bienen zweifellos eine „instinktive Lautsprache“ besitzen (S. 191) und überdies wahrscheinlich auch eine „instinktive Fühlersprache“, die derjenigen der Ameisen entspricht (S. 195). Beide dienen dem Mitteilungsvermögen dieser sozialen Insekten, das auch durch den Nachahmungstrieb (S. 194) unterstützt wird, ähnlich wie ich es bei den Ameisen 1899 und 1909 schilderte. Bei den Bienen überwiegt jedoch die Lautsprache in ihrer vitalen Bedeutung entschieden über die Zeichensprache (Antennensprache), bei den Ameisen umgekehrt. Der Grund hierfür liegt wohl darin, daß bei den Bienen der Arbeiterstand geflügelt ist und die betreffenden Lautäußerungen durch bestimmte Flügelbewegungen bedingt sind, während es sich bei den Ameisen nur um Zirplaute (Reibungstöne) handelt.

Mit dem Mitteilungsvermögen hängen auch die „Wächterinstinkte“ bei Bienen und anderen sozialen Hymenopteren zusammen (S. 195). Das Ausstellen von „Wachtposten“ bei Ameisen und die verschiedene Verteilung des Wachtdienstes auf die Mitglieder einer gemischten Kolonie habe ich bereits 1897 in den „Vergleichenden Studien über das Seelenleben der Ameisen“<sup>1)</sup> geschildert.

Die *Instinkte der Biene*, die den Gegenstand des elften Kapitels bilden, werden teils von deszendenztheoretischem, teils von psychologischem Gesichtspunkt behandelt. Den „*atavistischen Erscheinungen im Bienenstaat*“ (S. 210 ff.) wendet v. B. seine besondere Aufmerksamkeit zu. Er findet atavistische Merkmale bei der Königin, in der Bauart der Weiselzellen, in den Sporen der Arbeiterpuppe usw. Hierzu möchte ich bemerken, daß Atavismen im strengen Sinne nur dort vorliegen, wo Eigentümlichkeiten *wieder auftreten*, die in der Stammesgeschichte *phaenotypisch verloren gegangen*

*waren*<sup>1)</sup>. In weitaus den meisten der v. Buttels Reepenschen Fälle handelt es sich dagegen um die *Beibehaltung* ehemaliger Eigentümlichkeiten nur in einer bestimmten Kaste oder in einem bestimmten Entwicklungsstande. Aus der lehrreichen, von *Abel* geleiteten Diskussion über den Begriff des Atavismus in der Zoolog.-Botan. Gesellschaft zu Wien am 26. Februar und 12. März 1913<sup>2)</sup> scheint mir hervorzugehen, daß diese Erscheinungen nicht unter den Begriff der Atavismen im engeren Sinne, d. h. der *Entwicklungsrückschläge*, fallen.

Die schon früher gelegentlich erwähnten *Instinktirrungen* der Biene werden weiterhin in diesem Kapitel zusammengestellt (S. 224 ff.). Auf ihre psychologische Erklärung werden wir im folgenden Kapitel etwas näher einzugehen haben. Insofern stimme ich jedenfalls mit v. B. überein, als er deren vulgärpsychologische Deutung durch das „Denken“ der Biene ablehnt (S. 229).

Der seit Jahrhunderten berühmteste Instinkt der Honigbiene ist ihr *Zellenbauinstinkt* (S. 230 ff.). Mit Recht betont v. B., daß die Kunst des Zellenbaues ein im Laufe der Stammesgeschichte ausgestalteter *erblicher Instinkt* ist, der mit „Absicht“ oder „bewußter Überlegung“ gar nichts zu tun hat. Daher lehnt der Verf. auch die Heinrich Vogtsche „Traditionsidee“ (1911) ab, nach welcher die jungen Bienen in ihrer Bautätigkeit durch die im Stock bereits vorhandenen Vorbilder geleitet werden sollen. Aber auch die durch *Müllenhoff* (1883) modifizierte Buffonsche Drucktheorie, welche den Zellenbau in seiner wunderbar gesetzmäßigen Form durch bloße Oberflächenspannung entstehen läßt, nimmt er nur mit wichtigen Einschränkungen an. Die Mechanik allein erklärt z. B. nicht einmal, weshalb die Drohnzellen größer sind als die Arbeiterzellen. Die scheinbar so kunstvolle Form der Bienenwabe mit ihren bestimmten Winkelgrößen kommt allerdings durch den gegenseitigen Druck der gemeinschaftlich bauenden Bienen auf die Zellwände, also durch *mechanische Prinzipien* zustande; aber, wie sich der *Instinkt* der Bienen, gerade so zu bauen, herausgebildet hat, hält v. B. nach wie vor für ein ungelöstes Rätsel.

Daß die Bienen ihren Bienenvater „kennen“, erklärt der Verf. (S. 238) für eine Fabel. Der Imker wird nur deshalb von den Bienen nicht gestochen, weil *er* ihre Instinkte kennt und sie dementsprechend behandelt, nicht aber, weil *sie* ihn persönlich kennen und von anderen Personen unterscheiden. Im übrigen enthält dieses Kapitel wiederum mehrfache nachdrückliche Hinweise (S. 234, 241 usw.) auf das zweifellos festgestellte Lernvermögen der Biene und auf das Modifikationsvermögen ihrer Instinkte, die durch künst-

<sup>1)</sup> S. 14—16, 2. Aufl. (1900), S. 16—18.

<sup>1)</sup> Genotypisch, d. h. in der Kombinationsmöglichkeit der Erbanlagen, müssen sie natürlich auch hier noch vorhanden gewesen sein; Beispiel: Bastard-Atavismen bei Mendelschen Kreuzungen.

<sup>2)</sup> Verhandlungen 1914, Heft 1 u. 2.

liche Dauerreize, die auf ihrer Zucht durch den Menschen beruhen, in völlig veränderte Bahnen gelenkt werden können.

Zusammenfassend bespricht v. B. im zwölften (dem letzten) Kapitel die *Psychologie der Bienen* (S. 244—251). Die Bienen sind, wie der Verf. auch gegen H. Vogt (S. 231) hervorhob, keine „Miniaturmenschen“. Ihr psychisches Leben setzt sich aus Instinkten und einem plastischen Lernvermögen zusammen, das die Sinneserfahrungen auf Grund des sinnlichen Gedächtnisses zu sammeln, assoziativ zu ordnen und zweckmäßig zu bewerten vermag. Beweise höherer psychischer Fähigkeiten, einer *Intelligenz*, welche die Assoziationen zu Begriffen und Urteilen umzuformen vermag, finden wir bei den Bienen nicht.

So weit bin ich mit dem Verf. völlig einverstanden, und es freut mich um so mehr, dies hier ausdrücklich feststellen zu können, da mich meine Studien an Ameisen zu den nämlichen psychologischen Schlußfolgerungen schon vor 25 Jahren geführt haben. Aber es scheint mir, daß die Psychologie v. Buttel-Reepens nicht frei ist von prinzipiellen Unklarheiten und Widersprüchen, die ich hier kurz erörtern möchte, — nicht zum Zwecke einer „Polemik“, sondern nur zu besserem gegenseitigen Verständnis.

Welches Verhältnis besteht zwischen *Reflexen*, *Instinkten* und *Lernvermögen*? An diese Frage läßt sich die Erörterung unserer Meinungsverschiedenheiten am besten anknüpfen.

Die Bethesche Ansicht, daß die Bienen bloße Reflexmaschinen seien, hat v. B. 1900 ebenso entschieden abgelehnt und widerlegt, wie ich das 1899 bezüglich der Ameisen getan hatte. Aber die *Instinkte* sind für ihn trotzdem nichts weiter als „auf vererbten Bahnen verlaufende komplizierte Reflexe“ (S. 245) oder „Kettenreflexe“ (S. 248). Der *Begriff* des Reflexes ist hiermit an Stelle des ausgeschalteten Instinktbegriffes getreten, nur das Wort „Instinkt“ wird noch beibehalten. Wir haben also nach v. B. in der Bienenpsychologie tatsächlich nur mehr oder minder komplizierte *Reflexe* und daneben — ganz unvermittelt — ein *psychisches Lernvermögen*. Ist diese Auffassung haltbar?

Gehen wir bei unserer Untersuchung vom „Lernvermögen“ aus. Woher erhält dasselbe sein Material? Aus der *Sinneserfahrung* des Tieres, also aus einer Summe von Sinneswahrnehmungen. Letztere fallen aber in den Bereich des *Instinktlebens* der Tiere. Weil die *Ausübung* der Instinkte durch Sinnesindrücke ausgelöst bzw. geleitet wird, wofür gerade die zahlreichen „Instinktstörungen“ den besten Beweis bieten (siehe oben S. 488/9 und 498), deshalb ist die Instinktätigkeit *mehr* als bloße Reflexätigkeit, und der Instinkt *mehr* als ein bloßer Reflexmechanismus. Die Reflexe sind zwar die Grundlagen der Instinkte, letztere gehen aber über das Wesen der mechanischen Reflexe *hinaus*, daß sie von der *Sinnesempfindung*

geleitet werden<sup>1)</sup>. Diese Sinnesempfindungen ihrerseits mit den entsprechenden Sinneswahrnehmungen, die sie vermitteln, bieten nun das Material für das *sinnliche Gedächtnis*, und dieses seinerseits bildet die notwendige Voraussetzung für das *Modifikations-* und *Lernvermögen*, indem aus den durch den instinktiven Sinnesgebrauch erschlossenen Elementen bestimmte als „Merkbilder“ (v. Uexküll) bewahrt und in bestimmter Ordnung untereinander *neu verbunden* werden. Da haben wir eine *einheitliche, lückenlose Erklärung* der Erkenntnisvorgänge in der Tierpsychologie. Des näheren verweise ich auf meine tierpsychologischen Schriften seit 30 Jahren, in denen die hier kurz skizzierten Anschauungen näher ausgeführt und begründet worden sind<sup>2)</sup>. In diesen Schriften hätte v. B. auch den Beweis dafür gefunden, daß die sogenannte „alte“ Tierpsychologie, die er mit der „populären“ einfach gleichstellt (S. 250), keineswegs „eine Fülle rein menschlicher Züge“ in das Seelenleben der Tiere hineingetragen hat, sondern im Gegenteil das Sinnesleben der Tiere in den nämlichen Gegensatz zum menschlichen Geistesleben stellt, den auch v. B. in seiner Bienenpsychologie vertritt.

Darin bin ich mit v. B. einverstanden, wenn er (S. 247) gegen H. Spencer hervorhebt, die Instinkte könnten nicht aus ehemaligen Intelligenzaktanten stammesgeschichtlich abgeleitet werden. Auch bezüglich der Begriffsbestimmung der *Intelligenz* (S. 251) befinden wir uns in Übereinstimmung. „Intelligenz“ ist nur dort anzunehmen, wo „eine wirkliche Bildung von Begriffen, Urteilen und Schlüssen, eine Voraussicht der Ziele (Zwecke) und Einsicht in die Mittel . . . sowie eine logische Reflexion, abstrakte Vorstellungen usw.“ sich bekunden. v. B. ist nicht in den Fehler *Zieglers* und mancher anderer neuer Tierpsychologen verfallen, das unmittelbar auf Sinneserfahrung beruhende Lernvermögen der Tiere<sup>3)</sup> mit Intelligenz im wahren Sinne des Wortes zu verwechseln. Daher schreibt er auch den Bienen ebenso wenig Intelligenz zu wie ich den Ameisen.

In der Erörterung der *Bewußtseinsfrage* wendet sich v. B. (S. 248) gegen die Ansicht

<sup>1)</sup> Daher definierte ich schon 1884 den Instinkt als „die spezifisch zweckmäßige Anlage des sinnlichen Erkenntnis- und Begehrungsvermögens“.

<sup>2)</sup> Der Trichterwickler, eine naturwissenschaftliche Studie über den Tierinstinkt, Münster i. W. 1884; Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen, Münster 1891, III. Abschn., 2. Kap.; Instinkt und Intelligenz im Tierreich, Freiburg i. B. 1897, 3. Aufl., 1905; Vergleichende Studien über das Seelenleben der Ameisen und der höheren Tiere, Freiburg i. B. 1897, 2. Aufl. 1900; Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen (Zoologica Heft 26), Stuttgart 1899, 2. Aufl. 1909; Das Gesellschaftsleben der Ameisen, I. Bd., Münster 1915. — In v. B.s Literaturverzeichnis sind hiervon nur „Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen“ erwähnt.

<sup>3)</sup> Über die verschiedenen Formen des Lernens beim Menschen und bei Tieren siehe „Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen“ 1899 und 2. Aufl. 1900, X. Kap.

W. Wundts, „daß ein Tier Gedächtnis, aber kein Bewußtsein besitzt, sei gewissermaßen eine *contradictio in adjecto*“. Er meint ferner, die Bewußtseinsfrage könne bei dem jetzigen Stande der Tierpsychologie sehr wohl *vernachlässigt* werden (S. 250), da wir namentlich bei niederen Tieren unmöglich entscheiden könnten, ob dieser oder jener Vorgang „bewußt oder unbewußt verläuft“. Hier ist v. B. vielleicht zu sehr von Ziegler und *Claparède* beeinflusst worden. Wir müssen, um einige Klarheit in die Bewußtseinsfrage zu bringen, unterscheiden zwischen niederem und höherem bzw. zwischen sinnlichem und geistigem Bewußtsein, wie ich früher schon öfters hervorhob. Die vom Verfasser zitierte Äußerung Wundts ist zutreffend für das *sinnliche* Bewußtsein, das tatsächlich zusammenfällt mit dem sinnlichen Empfindungsvermögen. Mit dem Sinneseindruck, den das äußere Objekt auf das wahrnehmende Subjekt macht, ist auch in vielen Fällen die subjektive Betonung dieses Eindrucks in Form von Lust- oder Unlustgefühlen verbunden. Hierauf beruht es, daß jene Objekte, deren Reiz als angenehm empfunden wird, gesucht, jene dagegen, deren Reiz als unangenehm empfunden wird, geflohen oder abgewehrt werden. Durch die Verknüpfung des subjektiven Eindrucks mit dem Objekt der Sinneswahrnehmung wird das sinnliche Gedächtnis befähigt, *praktische Erfahrungen* auf Grund der Sinneswahrnehmung zu sammeln. Für v. B. steht das Empfindungsvermögen der Biene außer Zweifel, indem er (S. 250) sagt: „Alle Reize, welche die Bienen treffen, werden *empfunden*; denn es folgt eine Reaktionsbetonung nach der Lust- oder Unlustseite hin.“ Eben hierin liegt aber auch das Zugeständnis, daß die Bienen ein *sinnliches Bewußtsein* besitzen, welches die Voraussetzung für das sinnliche Gedächtnis ist. Von diesem „sinnlichen Bewußtsein“, durch welches das Reflexleben überhaupt erst auf die niederste Stufe des psychischen Lebens erhoben wird, ist aber das *geistige Bewußtsein* oder *Selbstbewußtsein* scharf zu unterscheiden, durch welches das empfindende Subjekt sich *als Träger* der betreffenden Empfindung *erkennt*. Hier kommen Abstraktion und Reflexion hinzu, für die wir, wie v. B. richtig bemerkt, bei den Bienen keine Beweise finden. Wenn also v. B. (S. 251) meint, wir dürften den Bienen *höchstens ein ganz primitives Dämmerbewußtsein* zuschreiben, so befinden wir uns sachlich im Einklang, wenngleich die Ausdrucksweise verschieden ist.

Ob wir den Bienen ein „Vorstellungsvermögen“ zuerkennen dürfen, bleibt für v. B. (S. 250) „sehr zweifelhaft“. Ich glaube, daß wir auch hier unterscheiden müssen. Da die Bienen, wie v. B. ebendort bemerkt, „Erinnerungsbilder“ besitzen, die sie durch ihr Gedächtnis verwerten, so müssen wir ihnen auch Vorstellungen im Sinne von *Merkbildern* zuerkennen, welche mit dem Erinnerungsbilde des Objekts zugleich auch die Beziehung des Objekts zum Subjekt (Lust- oder Unlustbetonung)

zum konkreten Ausdruck bringen. Diese Merkbilder dürfen allerdings nicht im Sinne *menschlicher* Vorstellungen gedacht werden, die durch das reflexe Bewußtsein „zum Bild eines Gegenstandes oder eines Vorganges“ sich gestalten. Auch sind die Elemente der Merkbilder bei den Bienen (und den Ameisen) größtenteils anderen Sinnen entlehnt als bei den höheren Tieren und beim Menschen.

Hoffentlich wird diese Analyse der Bienenpsychologie v. *Buttel-Reepens* ein wenig dazu beitragen, manche Vorurteile zu zerstreuen, die man vielfach noch gegen die von mir vertretene „alte Psychologie“ hegt. Die Schärfe ihrer Begriffsbestimmungen ist jedenfalls kein Hindernis, sondern eine Förderung für die kritische Bewertung der tierpsychologischen Erscheinungen<sup>1)</sup>.

Über das Bienenbuch v. *Buttel-Reepens* sei noch beigelegt, das dasselbe am Schluß ein Literaturverzeichnis, ein Autorenregister und ein Sachregister enthält, wodurch die praktische Brauchbarkeit des Werkes erhöht wird. Auch eine geologische Tabelle der Versteinerungen ist beigelegt für solche, die der Paläontologie ferner stehen. Die Ausstattung durch 60 Textabbildungen ist gut und zweckentsprechend<sup>2)</sup>. Möge dasselbe weite Verbreitung finden und namentlich dem Verständnis des „Wesens“ der Honigbiene auch in weiteren Kreisen Eingang verschaffen.

## Rhythmische Kristallisation.

Von Raphael Ed. Liesegang, Frankfurt a. M.

Trocknet die Schicht einer Gelatinelösung ein, welche auf einer Glasplatte erstarrte, so verliert sie ihr Wasser zunächst am Rande. Enthält die Gelatineschicht eine Salzlösung, so erreicht diese ebenfalls zuerst am Rande einen solchen Grad der Übersättigung, daß die Ausscheidung des Salzes beginnen muß.

Erfolgt diese Abscheidung in Kristallform, so sind drei Verteilungsarten möglich. Bei der ersten sind es einzelne, voneinander getrennte Kristalle in unregelmäßiger Verteilung, z. B. die Würfel des Chlornatriums. Bei der zweiten ziehen sich zusammenhängende Kristallzweige vom Rande bis in die Mitte. Gewöhnlich scheidet sich das doppelchromsaure Kali so aus. Die dritte Form ist als rhythmische Kristallisation bezeichnet worden. Denn bei ihr lagern sich einige wenige oder viele Kristallstreifen in ziemlich gleichmäßigen Abständen parallel zum Rande ab. Sie sind durch kristallfreie Zonen voneinander ge-

<sup>1)</sup> Die obige Diskussion kann den Lesern der „Naturwissenschaften“ auch zur Ergänzung der Bemerkungen v. *Hansteins* in Heft 21, 1915 (S. 269 unten) dienen.

<sup>2)</sup> Druckfehler sind mir nur sehr wenige begegnet. S. 74 Z. 11 von oben muß es im Zitat aus v. *Ihering* wohl heißen „einst“ statt „meist“. S. 204 sind in der Erklärung der Zeichen unter Fig. 56 mehrere Druckfehler, die der aufmerksame Leser unschwer berichtigen kann.

trennt. Aber auch jene können hierzu gerechnet werden, bei welchen die Zwischenzonen nur kriställärmer sind. Diese bilden einen Übergang zu der zweiten Form.

Die Auffindung einiger neuer rhythmischer Kristallisationen durch *E. Küster*<sup>1)</sup> ist Anlaß zu dieser Behandlung des Themas.

Bisher waren hauptsächlich Beobachtungen mit Lösungen von Trinatriumphosphat gemacht worden. Eine zehnprozentige Gelatinelösung wurde auf einer Glasplatte ausgebreitet und erstarren gelassen. Die bis zu zehnprozentige Phosphatlösung wurde auf diese Schicht gestrichen. Oder sie wurde in Tropfenform aufgesetzt. Beim langsamen Austrocknen bei Zimmertemperatur bilden sich die aus Kristallen zusammengesetzten Bänder<sup>2)</sup>. In einem Fall wurden 15 derselben auf der Breite eines Zentimeters gezählt. In anderen Fällen folgen sie in viel weiteren Zwischenräumen aufeinander. Bei den Versuchen mit aufgesetzten Tropfen ist es bemerkenswert, daß die Kristallringe oft etwas seitwärts von den Grenzen des einstigen Tropfens liegen. Das Salz hatte dann Zeit gehabt, sich durch Diffusion etwas in der Gallertschicht zu bewegen.

Die Erklärung der Entstehung solcher flächenhaften Kristallbänderungen ist folgende: Ehe sich am äußersten Rand die ersten Kristalle bildeten, war dort eine Zone von übersättigt gelöstem Salz vorhanden. Bei noch weiterer Zunahme der Konzentration mußte spontan die Ausscheidung erfolgen. Diese Kristallreihe wirkt als Keim auf die benachbarte übersättigte Lösung. D. h. letztere diffundiert zu den Kristallen hin und vergrößert sie. Dadurch entsteht ein salzärmerer Hof. Bei weiterem Wasserverlust kommt es auch in diesem wieder zur Übersättigung. Die Salzverarmung durch Hinwanderung zu den Keimen wird noch größer. Schließlich hört aber die Wanderungsfähigkeit in diesem Gebiet auf, weil es ganz austrocknet. Inzwischen erreicht in einigem Abstand von der ersten Kristallreihe die Salzlösung einen derartigen Grad der Übersättigung, daß dort spontan eine neue Ausscheidung erfolgt. Auch diese Linie wächst unter Hofbildung wie die erste usw. — Je steiler das Konzentrationsgefälle in den Höfen ist, desto näher rücken die Bänder zusammen. Da die erste spontane Kristallausscheidung sehr rasch erfolgt, der Anwachs durch die zudiffundierende Lösung aber langsamer, kann jedes Band auf seiner äußeren und inneren Seite ein verschiedenes Aussehen gewinnen: dichte Aggregate von kleinen Kristallen nach außen hin, und größere Kristalle auf der nach der Mitte zu gerichteten Seite.

<sup>1)</sup> *E. Küster*, Über rhythmische Kristallisation. Beiträge zur Kenntnis der Liesegangschen Ringe und verwandter Phänomene, III, Kolloid-Zeitschr. 1914, Bd. 14, S. 307.

<sup>2)</sup> *R. E. Liesegang*, Trocknungserscheinungen an Gelen. Gedenkboek van Bemmelen, S. 33 (1910).

Unter den von *Küster* neu beschriebenen rhythmischen Kristallisationen auf Gelatinegallertschichten sind die mit Ferrosulfat erhaltenen deshalb bemerkenswert, weil die Kristallform besonders gut ausgebildet ist. Ein auffallendes Gegenstück hierzu stellt das Ferrocyankalium mit seinen seltsam verschlungenen und mit knorrigen Auswüchsen versehenen Linien dar. Ammoniumsulfat ließ bei der Betrachtung zwischen gekreuzten Nikols eine zonenmäßige Anordnung der doppelbrechenden Teilchen erkennen. Bei Kupfersulfat wurden in einem Fall parallele Bänder von  $\frac{1}{100}$  mm Abstand beobachtet. (Auch *Hauswald* sah dieselben schon beim Auskristallisieren dieses Salzes auf Glas.) In einem anderen Fall bildeten sich sehr eigenartige Gitter. *Küster* betont mit Recht, daß die letztere und einige andere Erscheinungen noch der Erklärung bedürfen.

Nicht um eine Ausscheidung infolge einer Verdunstung des Wassers, sondern um ein Gefrieren des Wassers selbst handelt es sich bei den Eisblumen, welche durch Aussetzen in schwachen Frost bei den auf Glasplatten ausgebreiteten Gelatinegallertschichten so leicht in gebänderter Form entstehen<sup>1)</sup>. Es gibt hierbei verschiedene Ausbildungsarten der rhythmischen Kristallisation. Einmal sind größere Flächen mit parallelen Linien überzogen, von denen 10 bis 15 auf 1 cm kommen. Ein anderes Mal sind es kleinere Gruppen von konzentrischen Ringen mit ebenso großen Abständen. Bei diesen ist der Rhythmus zweifellos durch Vorgänge im System selbst bedingt. Es können aber auch sphärokristallähnliche Gebilde entstehen<sup>2)</sup>, welche bei einem Radius von etwa 20 cm weniger regelmäßige Absätze zeigen. Bei diesen ist es jedoch fraglich, ob sie zu den hier beschriebenen Vorgängen gerechnet werden können, da sie sehr wohl durch kleine äußere Temperaturschwankungen veranlaßt sein können.

Es ist notwendig, zu betonen, daß alle diese Beobachtungen Präparate betreffen, welche flächenhaft ausgebildet sind. Denn es ist durchaus nicht selbstverständlich, daß gleiche Gebilde durch Lösungsmittelverdunstung oder Gefrieren auch in dreidimensionaler Ausbildung gelingen. Jedenfalls liegen vorläufig derartige Versuche noch nicht vor. Deshalb ist etwas Vorsicht angebracht, wenn man mit *Küster*<sup>3)</sup> wegen ihres einfacheren Verlaufs das rhythmische Auskristallisieren des Trinatriumphosphats als Beispiel überall an Stelle der rhythmischen Fällung bei der Neubildung des Silberchromats setzen

<sup>1)</sup> *R. E. Liesegang*, Deformation von Gallerten durch Gefrieren. Kolloid-Zeitschr. Bd. 10 (1912), S. 225.

<sup>2)</sup> *R. E. Liesegang*, Sphärokristalle von Eis, Zeitschrift f. Kristallographie Bd. 50 (1911), S. 40.

<sup>3)</sup> *E. Küster*, Über rhythmische Erscheinungen im Pflanzenreich, „Die Naturwissenschaften“ Bd. 2 (1914), Heft 4.



möchte. Bei letzterem und vielen anderen Neubildungen in Gallerten ist eine dreidimensionale Schalgigkeit sehr leicht zu erhalten.

Wie schon oben angedeutet wurde, sollen hier unter rhythmischer Kristallisation nicht auch jene kristallinen Ausscheidungen gemeint sein, bei welchen die Absätze durch einen Wechsel äußerer Verhältnisse bedingt sind. Vielmehr soll der Ausdruck nur dann verwendet werden, wenn ein „innerer Rhythmus“ wirksam war. Nun ist aber eine Entscheidung hierüber bei den in der Natur vorkommenden Gebilden sehr oft nicht gleich möglich. Das trifft namentlich zu bei manchen Schichtkristallen, wie dem Kappenquarz. (Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Objekten sind diese nicht in einem vorherbestehenden festen fremden Medium ausgeschieden. Die Bedenken, welche vorhin wegen der Möglichkeit einer Übertragbarkeit auf das Dreidimensionale geäußert wurden, brauchen bei ihnen nicht zu gelten.)

So erklärte man die Kappenquarze bisher dadurch, daß zu der kieselsäurereichen Mutterlauge von Zeit zu Zeit mehr Serizit oder die Lösung ähnlicher Stoffe zutrat. Das bedeutete also einen äußeren Rhythmus. Aber man kann auch an einen inneren Rhythmus denken, d. h. an eine geschichtete Ablagerung, obgleich während der Kristallbildung nichts in Absätzen zu der Mutterlauge hinzutrat, und auch Temperatur und Druck sich nicht sprunghaft änderten<sup>1)</sup>. Das wäre folgendermaßen möglich:

Die Mutterlauge möge viel Kieselsäure und etwas gelösten Serizit enthalten haben. Bei ihrer langsamen Abkühlung schied sich zuerst ein Teil der Kieselsäure in Form von Quarzkristallen ab. Inzwischen mußte auch der Serizit eine gesättigte und dann übersättigte Lösung bilden. Schließlich kam es zur Abscheidung des übersättigt gelösten Teils auf den Quarzkristallen. Inzwischen geht das Wachstum der letzteren weiter. Neue Kieselsäure lagert sich auf der Serizitschicht ab. Dadurch wird eine weitere Keimwirkung der letzteren auf die Mutterlauge verhindert. Die Lösung kann sich an Serizit übersättigen, bis wieder infolge einer zu hohen Konzentrierung eine spontane Ausscheidung erfolgen muß. So geht das Spiel weiter, und es baut sich der Kappenquarz auf. Genau genommen handelte es sich hiernach um eine rhythmische Ausscheidung des Serizits. Eine ruckweise Unterbrechung der Kieselsäurekristallisation braucht dagegen nicht vorzuliegen. — Die Kieselsäure ist deshalb zu derartigen Bildungen besonders befähigt, weil sie fast keine Mischkristalle zu bilden vermag.

Es ist möglich, die gleiche Theorie der „Keimisolierung“ auch auf andere Schichtkristalle auszudehnen. Sie kann die Phasenlehre

dort unterstützen, wo diese allein zwar den einmaligen, nicht aber den vielfachen Wechsel in der Ausscheidung zweier Substanzen zu erklären vermag.

## Besprechungen.

**Schüle, W., Technische Thermodynamik.** Erster Band: Die für den Maschinenbau wichtigen Lehren nebst technischen Anwendungen. 537 S., 223 Textfiguren und 7 Tafeln. Preis M. 12,80. Zweiter Band: Höhere Thermodynamik mit Einschluß der chemischen Zustandsänderungen nebst ausgewählten Abschnitten aus dem Gesamtgebiet der technischen Anwendungen. XVI, 350 S., 155 Textfiguren und 3 Tafeln. Preis geb. M. 10,—. Berlin, Julius Springer, 1912 und 1914.

Der Verfasser hat bereits im Jahre 1909 ein kurzes Lehrbuch herausgegeben, welches er „Technische Wärmemechanik“ betitelte. Das Werk hat sich bei den in der Praxis tätigen Ingenieuren wegen seiner klaren und zusammenfassenden Darstellungsweise sehr rasch Eingang verschafft. Dies veranlaßte den Verfasser zur Herausgabe seiner „Technischen Thermodynamik“, die nunmehr in zwei Bänden vorliegt. Die thermodynamischen Gesetze werden darin in leichtfaßlicher Weise behandelt, wobei zahlreiche Beispiele und Diagramme das Studium anregend und fruchtbar gestalten. Viele tabellarische Zusammenstellungen, die den neuesten Forschungsergebnissen Rechnung tragen, sind für die Anwendung besonders willkommen. Darin unterscheidet sich das Buch in vorteilhafter Weise von anderen, nach deren Studium es dem Leser oft schwer fällt, die allgemeinen Lehren auf einen bestimmten vorliegenden Fall anzuwenden.

Der erste Band bildet zugleich die zweite, erweiterte Auflage der „Technischen Wärmemechanik“. Wärme-technische Kenntnisse in dem Umfange, wie sie dieser Band vermittelt, sind wohl für jeden Ingenieur, der auf dem Gebiete der Wärmemaschinen als selbständiger Konstrukteur oder auf dem Prüffelde tätig ist, erforderlich.

Das Buch gliedert sich in fünf Abschnitte, wovon sich die beiden ersten mit dem Verhalten der Gase und Dämpfe befassen, während der dritte die Strömungsvorgänge, der vierte Anwendungen aus der Lehre von den Dämpfen und der Strömungstheorie und der fünfte die allgemeinen Grundlagen der mechanischen Wärmetheorie behandelt. Daß der Verfasser die Hauptsätze erst am Schlusse des Bandes vorbringt, ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, daß er den Leser allmählich in das Gebiet einführen will und daß seiner Ansicht nach die allgemeinen Lehren nach Kenntnis des besonderen Verhaltens der Gase und Dämpfe leichter verständlich sind. Indessen dürfte es sich für den naturwissenschaftlich besser vorgebildeten Leser mehr empfehlen, sich mit dem fünften Abschnitt schon vorher zu befassen. Andernfalls dürfte er sich, z. B. von der „Entropie“, zunächst keine klare Vorstellung bilden können.

Der Eigenart des Werkes entsprechend, werden schon im ersten Abschnitte Energie und Wärmehalt der Gase als Funktion der Temperatur und diese in Abhängigkeit von der Entropie, unter Berücksichtigung der Veränderlichkeit der spezifischen Wärme dargestellt. In ausführlicher Weise werden die Gas-mischungen und die Verbrennungsvorgänge behandelt.

<sup>1)</sup> R. E. Liesegang, Über schalig-disperse Systeme, Kolloid-Zeitschr. Bd. 12 (1913), S. 269.

Die Zustandsänderungen werden klar besprochen und deren Verlauf wird an den Diagrammen erläutert. Betrachtungen über den Arbeitsaufwand zur Herstellung von Druckluft, über die Arbeitsweise der Verbrennungsmotoren und über die Kälteerzeugung unter Anwendung von Gasen als Kälteträgern beschließen das Kapitel.

Der zweite Abschnitt befaßt sich zunächst mit dem gesättigten, dann mit dem überhitzten Wasserdampf. Aus den Arbeiten von *Knoblauch*, *Linde* und *Klebe* werden lehrreiche Folgerungen gezogen. An die Behandlung der anderen technisch wichtigen Dämpfe schließt sich die durch Drosselung hervorbrachte Zustandsänderung und die Thomson-Joulesche Abkühlung an.

Der dritte Abschnitt berücksichtigt neben thermodynamischen auch aerodynamische Gesichtspunkte.

Die Umsetzung von potentieller in kinetische Energie und deren Umkehrung, namentlich auch das technisch wichtige Verhalten der Düsen, werden ausführlich erörtert. Allerdings kann den Ausführungen über das Ausströmen aus einfachen Mündungen bei überkritischem Druckverhältnis nicht ganz beigegeben werden. Wenn auch hierbei die Geschwindigkeit im Austrittsquerschnitt die „Schallgeschwindigkeit“ nicht übersteigen kann, so findet doch eine weitere Geschwindigkeitserhöhung durch freie Expansion statt. Wenn z. B. Verfasser S. 294 schreibt: „Das bei hohem Überdruck vorhandene große Arbeitsgefälle kann somit nur mit dem zwischen  $p_i$  und  $0,577 p_i$  liegenden Bruchteil in Geschwindigkeit umgesetzt werden“, so ist dies nicht zutreffend (vgl. die Arbeiten des Unterzeichneten in *Dinglers polytechn. Journal* 1914, Nr. 44 und 1915, Nr. 5). Dasselbe gilt auch hinsichtlich der Bewertung von Reaktionsmeßversuchen (S. 325). Der Reaktionsapparat mißt bei verkürzten Düsen den gesamten Impuls des ausströmenden Dampfstrahls, der nur für den Fall, daß der Mündungsdruck gleich dem äußeren Druck ist, der mittleren Geschwindigkeit im Austrittsquerschnitt der Mündung entspricht. Wenn auch die freie Expansion wegen der starken radialen Erweiterung des Strahles mit Verlusten verbunden ist, so ist sie doch nicht so nachteilig, wie der Verf. annimmt (S. 296).

Weiter werden die Arbeitsverluste durch Strömungswiderstände nebst den Meßmethoden zur Ermittlung der „Widerstandsziffern“ und in ausführlicher Weise die Gesetze des Luftwiderstandes besprochen.

Der vierte Abschnitt befaßt sich zunächst mit dem Verhalten des Dampfes in der Kolbendampfmaschine. Es werden der Idealvorgang und der Einfluß der Verluste, dann der Vorteil des Heißdampfbetriebes, der Verbundanordnung und des Gleichstroms erläutert. Bei der Behandlung der mechanischen Wirkungen der strömenden Gase und Dämpfe wird in etwas zu weitgehendem Maße die sog. „Aktions“- von der „Reaktionswirkung“ unterschieden, handelt es sich doch in allen Fällen um Trägheitskräfte. Bei den Vorgängen in den Dampfturbinen-Beschaufungen wird der Einfluß der Reibung vernachlässigt. Wenn Verf. auf S. 450 behauptet, daß die Wirtschaftlichkeit Werte von  $u : c_1$  verlange, die weit unter den theoretisch besten Werten liegen, so gilt dies nur für kleinere Turbinen und für Schiffsturbinen bei direktem Antrieb der Schraube. Die Angelegenheit läßt sich nur im Zusammenhang mit den Schaufungs- und Ventilationsverlusten beurteilen.

Schließlich werden im fünften Abschnitt die beiden Hauptsätze der Wärmetheorie und deren Zusammenhang mit dem Verhalten der Wärmemaschinen behandelt. Die Darstellung ist hier einfach und übersichtlich. Bei der Besprechung der Rolle, welche die Entropie bei Zustandsänderungen spielt, wäre es zweckmäßig, ganz allgemein zu betonen, daß es hierbei stets auf die Entropieänderung sämtlicher am Vorgang beteiligter Körper ankommt. Die gekühlte Kompression ist ja nur ein Beispiel.

Das Studium des zweiten Bandes stellt an den Leser wesentlich höhere Anforderungen.

Im ersten Abschnitt werden die allgemein gültigen Gleichungen der Thermodynamik auf Grund der beiden Hauptsätze abgeleitet. Es handelt sich um ein System von Differentialgleichungen, deren Entwicklung in vielen Werken den Leser ermüdet. Hier werden in sehr glücklicher Weise aus den Gleichungen interessante Folgerungen hinsichtlich der überhitzten Dämpfe gezogen. Dagegen ist die Behandlung der nicht umkehrbaren Vorgänge etwas knapp. Das Verhalten der spezifischen Wärmen wird ausführlich erläutert, wobei auch den neueren Forschungen von *Nernst* über die tiefen Temperaturen die gebührende Beachtung zuteil wird. Den Abschluß bilden Untersuchungen über die Drosselung der wirklichen Gase.

Der zweite Abschnitt befaßt sich mit dem Verdampfen und Kondensieren, wobei unter Würdigung der Untersuchungen von *Kamerlingh-Onnes* von der Gleichung von *Van der Waals* ausgiebiger Gebrauch gemacht wird. Technisch bedeutungsvoll sind die Ausführungen über die überhitzte Flüssigkeit und den unterkühlten Dampf. Nach Aufstellung der Planckschen Beziehung für die Verdampfungswärme wird die Frage des Dampfdruckes über flüssigen und festen Körpern behandelt.

Den chemischen Reaktionen ist der dritte Abschnitt gewidmet. Mit der Entwicklung der Verbrennungsmaschinen und der Feuerungstechnik hat dieses Gebiet auch für den Ingenieur besondere Bedeutung erlangt. Im wesentlichen wird der erste Hauptsatz den Betrachtungen zugrunde gelegt. Insbesondere wird die Abhängigkeit der Wärmetönung vom Aggregatzustand und von der Temperatur betrachtet. Ausgehend von den Gesetzen bei der Vermischung von Gasen und der Trennung von Gasgemengen unter der Annahme halbdurchlässiger Wände, erfolgt dann der Übergang zum zweiten Hauptsatz, dem bei dieser Gelegenheit eine erweiterte Fassung gegeben wird. Die weiteren Ausführungen betreffen hauptsächlich die Lehre vom chemischen Gleichgewicht und den Dissoziationsvorgang. Den Abschluß dieses sehr reichhaltigen Abschnittes bildet das Nernstsche Wärmetheorem oder der dritte Hauptsatz.

Während die ersten drei Abschnitte des Bandes mehr allgemeiner Art sind, befaßt sich der vierte mit technischen Anwendungen. Bei der „Kalorimetrie der Dampfmaschine“ werden sowohl die älteren Verfahren nach *Hirn*, *Zeuner*, *Grashof*, *Rankine* u. a., als auch die neueren graphischen Darstellungen nach *Boulvin* berücksichtigt. Auf dieser Grundlage läßt sich eine auf dem Prüffelde untersuchte Maschine hinsichtlich ihres thermodynamischen Verhaltens beurteilen. Schwieriger ist es, den mutmaßlichen Verlauf des Vorganges einer Maschine gegebener Dimensionen vorzuberechnen. Es mag eigentümlich berühren, daß die Theorie der hundert Jahre alten Dampfmaschine

im Grunde genommen bis heute weniger gut durchgebildet ist als die Theorie der Dampfturbine. — Weiters wird die Ausströmung aus Gefäßen ohne Zufluß unter verschiedenen Bedingungen behandelt. Der Gasverflüssigung sind besondere Ausführungen gewidmet, wobei sowohl das Verfahren mit Expansionszylinder (Claude), als auch dasjenige mit Drosselventil (Linde) Berücksichtigung findet.

Sehr zu begrüßen ist die ausführliche Behandlung der Verbrennungsvorgänge, namentlich der Entzündungstemperatur und der Verbrennungsgeschwindigkeit von Gasgemischen. Die herangezogenen Forschungen von Mallard und Lechatelier, Langen, Nägel u. a. sind für den Techniker von besonderer Bedeutung. Bemerkenswert ist der Hinweis auf den Umstand, daß bei der Verbrennung im geschlossenen Gefäß mit gelegentlicher übernormaler Drucksteigerung zu rechnen ist. Die technische Bedeutung dieser Erscheinung besteht, wie Verfasser mit Recht bemerkt, darin, daß Überbeanspruchungen der an sich schon hochbeanspruchten Konstruktionsteile entstehen können.

Nach einigen kurzen Bemerkungen über die Oberflächenverbrennung befaßt sich das Werk zum Schlusse mit der Gasturbinenfrage. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß weite Kreise dieser Frage besondere Beachtung schenken, leider bisher ohne allzu großen Erfolg. Den Hauptgrund hierfür bilden die Schwierigkeiten, die sich der Beherrschung der hohen Temperaturen in der Turbine entgegenstellen, insbesondere mit Rücksicht auf das Schaufelmaterial. Zweifellos stellt die Holzwarth-Turbine bisher den einzigen verwirklichten Vorschlag dar, dem ein gewisser Erfolg nicht abgesprochen werden kann. Der Verfasser betrachtet die Vorgänge an Hand von sehr übersichtlichen und teilweise neuartigen zeichnerischen Darstellungen und gelangt schließlich für die Holzwarth-Turbine unter besonders vorteilhaften Annahmen zu einem wohl überraschenden Urteil. Die Abwärme der Maschine wird hierbei zum Antriebe sämtlicher Hilfsmaschinen herangezogen. Beim Vergleich mit dem Dieselmotor wäre freilich darauf hinzuweisen, daß auch für diesen die Möglichkeit der Ausnützung der Abwärme erwogen werden müßte.

Die Auswahl der behandelten technischen Fragen kann als eine sehr glückliche bezeichnet werden; es handelt sich durchaus um wichtige und zeitgemäße Probleme. Für eine Neuauflage wäre noch die Aufnahme der Gesetze des Wärmeüberganges und des Wärmedurchganges zu befürworten nebst technischen Beispielen.

Dem vorzüglich ausgestatteten Werke sind sehr wertvolle Tafeln beigegeben, um deren Herstellung sich der Verfasser ein besonderes Verdienst erworben hat. Das Werk kann sowohl dem Techniker als auch dem Physiker wärmstens empfohlen werden. Der Ingenieur wird, namentlich durch das Studium des 2. Bandes, seine thermodynamischen Kenntnisse wesentlich bereichern; der Physiker aber möge dabei ersehen, welch pulsierendes Leben in den technischen Anwendungen der Thermodynamik steckt.

A. Zerkowitz. München.

Siegel, G., **Der Staat und die Elektrizitätsversorgung.** Mit einem Vorwort von Geh. Baurat Dr. E. Rathenau. Sonderabdruck aus den Preussischen Jahrbüchern. Berlin, Georg Stilke.

Verschiedenen Andeutungen zufolge werden Erwägungen gepflogen, die auf eine unmittelbare Ausnutzung der Erträge der Elektrizitätsversorgung für

staatliche Zwecke hinzielen. Zur Beurteilung dieser Frage ist zunächst die Kenntnis der geschichtlichen Entwicklung der Elektrizitätsversorgung notwendig, bei der drei Zeiträume zu unterscheiden sind. Der erste Abschnitt, die Zeit des Versuches, reicht etwa von der Gründung der Berliner Elektrizitäts-Werke bis zum Jahre 1890. Die Träger der Elektrizitätsversorgung sind in der Hauptsache die Privatfirmen. In der zweiten Periode, die sich als die Zeit des Ausbaues der Ortszentralen kennzeichnet, treten immer mehr die Gemeinden als Unternehmer auf, bis schließlich im dritten Zeitraum, der die Entwicklung der Überlandzentralen umfaßt, auch die Staaten in verschiedener Weise, teils regelnd, teils fördernd, teils unmittelbar unternehmend auftreten. Für ein weiteres umfassendes Eingreifen des Staates wird hauptsächlich der voraussichtliche Geldbedarf nach dem Kriege, dann als politisches Moment die Vergrößerung seines Machtbereiches und schließlich die Notwendigkeit der Fürsorge für wirtschaftliche Interessen geltend gemacht. Die bisherige Entwicklung rechtfertigt jedoch ein weiteres Eingreifen des Staates aus den genannten Gründen nicht, wohl aber scheint Veranlassung hierfür in der Richtung gegeben zu sein, daß der Staat durch stärkste Zusammenfassung der Kräfte und Förderung einer zweckmäßigen Verteilung die in der Elektrizitätsversorgung noch ruhenden wirtschaftlichen Möglichkeiten unmittelbar ausnützt.

Die Form eines staatlichen Eingreifens wird je nach der Bewertung der oben angedeuteten Gründe eine verschiedene sein. Als Schutzmaßregel zugunsten der Verbraucher und Erzeuger elektrischer Arbeit würde ein Elektrizitätsgesetz genügen. Ein solches kommt jedoch zu spät und bringt dem Staate keine Einnahmen. — Hierfür kommt in erster Linie die Besteuerung in Frage, die jedoch, ohne dem Staat wesentliche Mittel zu bringen, eine gefährliche Belastung der Industrie darstellen würde. Noch weitergehend hat man die gesamte Monopolisierung der Elektrizitätserzeugung und -verteilung empfohlen, die jedoch die weitere Entwicklung der Elektrizitätsversorgung schädigen würde, ohne dem Staat und den Verbrauchern die erwarteten Vorteile zu bringen. Dagegen würde sich der Staat durch die Errichtung von Großkraftwerken unmittelbar an den Energiequellen, durch ihre Verbindung und den Ausgleich der Belastungsverhältnisse sowohl ausreichenden Einfluß auf die fernere Gestaltung der Elektrizitätsversorgung als auch wesentliche Einnahmen ohne Beeinträchtigung der bisherigen Entwicklung sichern.

Auf Bitten des Verfassers hat sich Geheimrat Rathenau einige Wochen vor seinem Tode in einem Begleitwort zustimmend zu dem Grundgedanken der obigen Ausführungen geäußert. Selbstanzeige.

Lenz, Die Rechenmaschinen und das Maschinenrechnen.

Leipzig, B. G. Teubner, 1915. Band 490 der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“. VI, 114 S. und 43 Abbildungen. Preis geh. M. 1.—, geb. M. 1,25.

Das Bändchen gibt eine kurze, durch Klarheit, Leichtverständlichkeit und sehr gute schematische Figuren ausgezeichnete Darstellung der Rechenmaschinen, die bis heute das Studium praktischer Brauchbarkeit erreicht haben. Technisch etwas näher interessierte Leser werden nur bedauern, daß der Verfasser die so wichtigen konstruktiven Einzelheiten bei der Zehnerübertragung der Zählwerke nur in ihrer einfachsten Form erwähnt, und würden, wenn es der Umfang nicht anders zuläßt, dafür wohl auf das Schlußkapitel über die

Grundlagen des logarithmischen Rechenschiebers verzichten. Das Heftchen ist sehr zu empfehlen.

R. Pohl, Berlin.

## Kleine Mitteilungen.

**Die Umwandlungen der Schwefelverbindungen im Ackerboden** waren bisher noch nicht eingehend untersucht worden. Diese Lücke in der Kenntnis des natürlichen Kreislaufs des Schwefels suchten *Kappen* und *Quensell* (*Landwirtsch. Versuchsstat.* 86, 1, 1915) auszufüllen. Von praktischem Interesse war insbesondere das Verhalten des Schwefels selbst sowie der schwefeligen Säure, beziehungsweise der Sulfite. Von verschiedenen Seiten (*Bullanger* und *Dugardin* 1912, *Demolon* 1912, *Liechti* 1913) wurde nämlich eine günstige Wirkung des Schwefels auf das Pflanzenwachstum konstatiert. Doch konnte *Thalau* (1913) diese Befunde nicht bestätigen und *Pfeiffer* und *Blanck* (1914) sahen in Versuchen an Hafer eher Schädigungen, jedenfalls keine Vermehrung der Pflanzenproduktion oder bessere Ausnützung des Bodenstickstoffs, wie die französischen Forscher behaupteten. Neuerdings nimmt *Bosinelli* eine vermittelnde Stellung ein; er findet wohl eine Beschleunigung der Umsetzung der organischen Stickstoffverbindungen in Ammoniak durch die Reizwirkung des Schwefels, doch sei die Einwirkung so langsam, daß der ökonomische Erfolg recht fraglich erscheint. Hinsichtlich der Sulfite war die Kenntnis ihrer Wirkung deshalb von Interesse, da in dem *Burkheiserschen* Salz ein sulfithaltiges Ammonsulfat als Düngesalz zur Verwendung kam. Schon *Lachomette* hatte 1887 behauptet, daß Ammonsulfid als Düngemittel brauchbar sei. *Wieler* erhielt 1912 mit dem *Burkheiserschen* Salz gute Resultate, und *Thalau* fand Ammonsulfid wenigstens in Lehm Boden dem Sulfat gleichwertig. In Torfböden verhielt es sich wesentlich schlechter, in Wasserkulturen wirkte es schon in geringen Mengen schädlich. Soviel steht jedenfalls fest, daß die schädliche Wirkung der schwefeligen Säure der Luft auf die Vegetation, die ja genügend bekannt ist und die sich besonders auf lebensfähige Zellen äußert, in den dem Boden zugeführten Salzen der schwefeligen Säure in der Regel nicht zu konstatieren ist. Seit Entdeckung der Schwefelwasserstoff oxydierenden Bakterien durch *Winogradski* haben Autoren wie *Omeliński*, *Ramann*, *A. Mayer*, *Löhns*, der Mitwirkung der Bakterien beim gesamten Kreislauf des Schwefels eine ähnliche Rolle zugeteilt wie etwa bei jenem des Kohlenstoffs oder Stickstoffs. So wurde auch vielfach angenommen, daß der durch Wirkung von Mikroorganismen aus organischen Verbindungen abgespaltene Schwefelwasserstoff durch Bakterienwirkung wieder zu Sulfaten im Boden oxydiert werde.

*Kappen* und *Quensell* haben nun auf Grund ihrer Beobachtungen folgendes Bild vom Schicksal des Schwefelwasserstoffs im Ackerboden entworfen: Zunächst wird dieser durch Eisenverbindungen in Schwefeleisen übergeführt, unter Abspaltung eines Teiles des Schwefels in elementarer Form. Bei der nun folgenden Oxydation werden zunächst nicht Sulfate gebildet, sondern der gesamte Schwefel als elementarer Schwefel in Freiheit gesetzt, eine bisher wenig bekannte Tatsache. Dieser elementare Schwefel wird langsam in Schwefelsäure übergeführt, ohne daß sich schweflige Säure nachweisen ließe. Je feiner verteilt der Schwefel ist, um so schneller erfolgt die Oxydation, und zwar im natürlichen Boden schneller als im ste-

rilisierten. Die Mitwirkung von Mikroorganismen ist sonach nicht ausgeschlossen. In der Hauptsache handelt es sich aber um rein chemische Prozesse. Der Vergleich mit dem Stickstoff ist wenig zutreffend. Schwefelwasserstoff und Schwefel sind eben weit reaktionsfähiger als Ammoniak und Stickstoff. Sulfide und Sulfite des Natriums, Calciums, Ammoniums werden schnell zersetzt, so daß eine Schädigung der Keimung und der weiteren Entwicklung durch solche in den Boden gelangenden Stoffe nicht zu erwarten ist. Die Art des Bodens ist von größerem Einfluß bei den Sulfiden, von geringerem bei den Sulfiten. Das Ammonsulfid wird noch etwas schneller oxydiert wie das Natriumsulfid. Schließlich wäre noch zu erwähnen, daß *Stutzer* und *Goy* einen Gehalt bis zu 1 % Rhodan im Ammonsulfat als nicht schädlich für die Vegetation fanden (*Journ. f. Landwirtsch.* 62, 149, 1914). Die Feststellungen über das Verhalten der verschiedensten Schwefelverbindungen sind deswegen von Bedeutung, da man ernstlich daran geht, zur Gewinnung des Ammonsulfats den Schwefel der Kohlen an Stelle der Pyritschwefelsäure zu setzen. Bei dem großen Kohlenreichtum Deutschlands und seiner begrenzten Pyritförderung ist dieses Problem von größter wirtschaftlicher Tragweite. Durch die Verfahren von *W. Feld* und von *Burkheiser* ist das Problem seiner Lösung nahe gebracht worden. Es war nun wichtig, festzustellen, wie die den so erhaltenen Düngesalzen etwa anhaftenden Verunreinigungen an Schwefel oder Schwefelverbindungen sich im Boden verhalten beziehungsweise auf die Vegetation wirken. G. T.

**Die chemische Natur der Enzyme.** Während wir über die physiologische Wirkung der Enzyme eingehend unterrichtet sind, besitzen wir über die chemische Natur derselben nur sehr geringe Kenntnisse, da die Reindarstellung dieser merkwürdigen Stoffe große Schwierigkeiten macht. Als feststehend kann heute angenommen werden, daß sämtliche Enzyme imstande sind katalytisch zu wirken, und daß sie stets in kolloider Form auftreten. Nach der am weitesten verbreiteten Ansicht werden die Enzyme in chemischer Beziehung zu den Eiweißstoffen gezählt. Zugunsten dieser Auffassung spricht die Empfindlichkeit der Enzyme gegen höhere Temperaturen (bei 50–70° C. werden sie unwirksam) und das Vorhandensein eines Temperaturoptimums. Dieselben Gifte und mechanischen Einwirkungen, die das Protoplasma schädigen, beeinträchtigen auch die Enzyme in ihrer Wirksamkeit. Auch die Neigung der Fermente, mit der Zeit von selbst dauernd inaktiv zu werden, spricht für ihre Abstammung vom Protoplasma. *O. Loew* bezeichnet die Enzyme als „aktive Eiweißstoffe“, welche aus dem Protoplasmaeiweiß durch Depolymerisation entstehen, wobei von den ursprünglich vorhandenen zwölf Aldehydgruppen nur zwei bis drei übrig bleiben. Nach neuesten Untersuchungen handelt es sich nicht um Aldehyd-, sondern um Ketongruppen. Außerdem kommen noch Amidgruppen vor. Die Labilität der Enzyme ist nach *O. Loew* und seiner Schule eine Folge der labilen Atomgruppierung zwischen diesen Keton- und Amidgruppen. Weitere Forschungen auf diesem Gebiete, die ebenfalls auf die Eiweißnatur der Enzyme hinweisen, hat *Th. Bokorny* (*Biochem. Zeitschr.* 70, 213, 1915) angestellt. *Bokorny* fand, daß sich die Enzyme in ihrer Bindungsfähigkeit gegenüber Basen und Säuren ebenso wie die Eiweißkörper verhalten. Eine Ausnahme bildet das Pepsin, das weder Ammoniak noch Schwefelsäure zu binden

imstande ist; da es aber auch Proteine gibt, die nicht binden, darf dieser Umstand allein nicht gegen die Eiweißnatur des Pepsins angeführt werden. Ferner konnte nachgewiesen werden, daß Pepsin und Labferment, die bisher als identisch angesehen wurden, sich in ihrer Bindungsfähigkeit verschieden verhalten. *Bokorny* tritt dafür ein, bei der Definition des Begriffes Enzym, die bis vor kurzem noch eine sehr unklare war — man sprach sogar von anorganischen Fermenten —, ein Hauptgewicht auf das Vorkommen in der Zelle neben dem Protoplasma zu legen. O. F.

Eine allotrope Modifikation des Bleis hat *H. Heller* entdeckt (*Zeitschr. f. physik. Chemie* 90, 761, 1915). Eine salpetersäurehaltige Bleiazetatlösung wurde unter Anwendung von Bleielektroden elektrolysiert. Nach Beendigung des Versuches blieben die Bleiplatten zufällig noch 3 Wochen in der Lösung. Als sie nach dieser Zeit herausgenommen wurden, hatten sie ihre Dehnbarkeit vollkommen eingebüßt und waren in leicht zerreibliche graue Teilchen zerfallen. Verunreinigungen, deren Abwesenheit festgestellt wurde, konnten die Formänderung nicht bewirkt haben. Ebenso wenig war die Elektrolyse der Grund der Umwandlungerscheinung, da reine umgeschmolzene Bleistücke sich auch beim Liegen in salpetersäurehaltiger Bleilösung innerhalb einiger Zeit in die graue unansehnliche Modifikation verwandelten. Es handelt sich hier also offenbar um eine Transformation, wie sie auch beim Zinn, Zink, Kupfer u. a. Metallen eintritt. Die Anwesenheit von Bleiionen scheint für die Umwandlung unbedingt nötig zu sein, während der Salpetersäure nur eine beschleunigende Wirkung zukommt. Versuche, reinstes Blei dadurch in die allotrope Modifikation überzuführen, daß es mit grauem Blei geimpft wurde, schlugen fehl. O. F.

Eine neuartige Lumineszenz an Calciumpräparaten hat *Donau* entdeckt (*Monatshefte f. Chemie* 34, 335). Wenn man Kreide längere Zeit mit einer Wasserstoffflamme bespült, so luminesziert sie mit bläulich-grüner Farbe. Reine Calciumpräparate zeigen diese Erscheinung nicht; sie tritt nur dann auf, wenn Spuren von Verunreinigungen zugegen sind. Spuren von Wismutsalzen bedingen eine cyanblaue Lumineszenz, während Mangansalze ein mattgelbes Leuchten hervorrufen. Es liegt hier eine merkwürdige Analogie mit den sogenannten Leuchtsteinen vor, die bei Wismut- oder Manganzusatz in denselben Farben nachleuchten. Diese Leuchterscheinungen können durch eine Spiritus-, Benzin- oder Kohlenoxydflamme nicht erzielt werden, sondern treten nur bei Verwendung einer Wasserstoffflamme auf. Dies läßt vermuten, daß es sich hier um die Wirkung einer besonderen Strahlengattung handelt, um so mehr, als verunreinigter Calcit im Vakuum unter dem Einfluß von Kathodenstrahlen ähnlich leuchtet. *Donau* hat das Phänomen in origineller Weise für den Nachweis von Wismut und Mangan benutzt. Es handelt sich hier um eine der empfindlichsten chemischen Reaktionen. Ein Milligramm einer 0,000 01-prozentigen Wismutlösung genügt, um Calcit in der erwähnten Weise zum Leuchten zu bringen, d. h. die kleinste nachweisbare Wismutmenge beträgt ein zehnmillionstel Milligramm. Wenn man von den radioaktiven Substanzen absieht, ist dies die kleinste bis jetzt nachgewiesene Menge eines Schwermetalls. Auch Mangan läßt sich in ähnlicher Weise erkennen, doch ist diese Reaktion weniger empfindlich als die auf Wismut. O. F.

Über die Ausnützung des pflanzlichen Eiweißes im Tierkörper. Ein Maß für die Ausnützung einer Eiweißnahrung im Tierkörper ist der von *Thomas* eingeführte Begriff der biologischen Wertigkeit, welcher angibt, wieviel Teile Körperstickstoff durch 100 T. Nahrungsstickstoff vertreten werden können. Die von *Thomas* angestellten Selbstversuche, auf deren Methodik hier nicht näher eingegangen werden soll, ergaben das überraschende Resultat, daß die biologische Wertigkeit von Fleisch (100) bedeutend größer ist als die von Weizenmehl (40) oder Mais (30). *Boruttau* (*Biochem. Ztschr.* 69, 225, 1915) hat weitere Forschungen auf diesem Gebiete angestellt und kam zu dem Ergebnis, daß eine Minderwertigkeit des pflanzlichen Eiweißes, welches vielen Tieren von großem Körpergewicht zur alleinigen Nahrung dient, nicht besteht. Durch Zusatz von Produkten der Pflanzen (Bestandteile der Randschichten und Cuticularbildungen) kann nämlich die biologische Wertigkeit der pflanzlichen Stickstoffsubstanzen bedeutend verbessert werden. Die Wertigkeit reinen Gliadins berechnet sich in am Hunde angestellten Stoffwechselversuchen zu 39,7; bei Zusatz von 1 g Spinatpulver beträgt sie 47,1. Die Wertigkeit eines Eiweißpräparates aus Sojabohne wurde durch Zumischung von Spinatpulver von 32,6 auf 54,9 gesteigert! Der Anteil des Spinatstickstoffes allein kann diese Erhöhung nicht bewirken. Sogar Zusatz von feingepulvertem Haferstroh, welches ein sehr eiweißarmes Produkt ist, zu Lecithineiwweiß hat eine ganz beträchtliche Verbesserung der Verwertung zur Folge. Ein Vergleich der Wertigkeit gewöhnlichen Kleienbrotes mit solchem, das aus feingepulvertem, aufgeschlossener Kleie hergestellt wurde, fiel zugunsten des letzteren aus, da in demselben die Substanzen der Randzone wirksamer sind. *Boruttau* stellt eine Fortsetzung seiner auch volkswirtschaftlich bedeutsamen Versuche in Aussicht. O. F.

Einen Beitrag zu der strittigen Frage, ob der Alkohol ein Zwischenprodukt der pflanzlichen Atmung ist, liefert Prof. *Zaleski* in einer in der *Biochem. Zeitschr.* (69, 89, 1915) veröffentlichten Arbeit über die Alkoholoxydation durch die Samenpflanzen. Teile lebender Pflanzen (*Vicia Faba Windsor*, *Lupinus albus*, Weizensamen) wurden 24–48 Stunden in 0,5 bis 1 % Alkohollösung kultiviert; hierauf wurden die Objekte mit destilliertem Wasser gewaschen, abgetrocknet und in 2 gleiche Portionen geteilt. In einer dieser Portionen (Kontrollportion) wurde die aufgenommene Alkoholmenge sofort bestimmt. Die andere Portion (Versuchsportion) wurde in einen zur Vermeidung von Alkoholverlusten luftdicht verschlossenen Kolben gebracht und erst nach 24 Stunden zur Alkoholbestimmung genommen. Die Versuchsportion enthielt stets weniger Alkohol als die Kontrollportion, woraus folgt, daß die lebende Pflanze imstande ist, Alkohol zu verbrauchen. Es wäre jedoch verfrüht, aus der Tatsache des Alkoholverbrauches zu schließen, daß der Alkohol ein Zwischenprodukt der Pflanzenatmung ist, d. h. daß die Pflanze fähig ist, denselben normalerweise zu bilden und zu oxydieren. O. F.

Versuche mit Ersatzstoffen für Wetterlampenbenzin. Die Unterbindung der Benzineinfuhr durch den Krieg hat auch die Grubenbetriebe genötigt, nach Ersatzstoffen für die Speisung der Wetterlampen Umschau zu halten. Versuche in dieser Richtung, die auf der Versuchsstrecke in Derne i. W. von Bergassessor *Beyling* vorgenommen wurden, ergaben, daß eine Streckung des Lampenbenzins durch Zusatz von 10 %, nötigenfalls



auch bis zu 20% Benzol durchführbar ist. Die Beimengung von Schwerbenzin, Rohbenzol und Petroleum ist nicht zu empfehlen, weil die Lampen in diesem Falle entweder von vornherein mit zu geringer Lichtstärke brennen oder aber in ihrer Leuchtkraft bald stark nachlassen, je mehr sich die schwersiedenden Bestandteile des Öles in der Lampe anreichern. Als vollständiger Benzinersatz kommen Mischungen von Spiritus und Benzol in Betracht, namentlich eine Mischung von 75 % Spiritus und 25 % Benzol. Eine solche Mischung hat sich auch bei Versuchen unter Tage durchaus bewährt; nur müssen die Lampen vorher mit neuer Watte und neuem Docht ausgerüstet werden, damit sie gut brennen und damit die Zündvorrichtungen einwandfrei arbeiten. Dabei stellt sich der Preis des neuen Brennstoffs weit niedriger als der von Wetterlampenbenzin; ein weiterer Vorteil ist die geringere Gefährlichkeit der Mischung gegenüber dem Benzin.

Über analoge Versuche mit Benzolvorlauf berichtet Bergrat *Dobbelstein*. Während der Benzolvorlauf, d. i. der unterhalb 80° siedende Anteil des aus dem Teer gewonnenen Leichtöles, allein in der Grubenlampe nicht verwendbar ist, gaben Mischungen dieses Benzolvorlaufs mit Benzin im Verhältnis 1 : 2 in der Grube ein durchaus genügendes Licht, auch Mischungen von 45 % Vorlauf und 55 % Benzin sind noch brauchbar. Etwas geringere Leuchtkraft hat eine Mischung von 60 % Vorlauf, 30 % absol. Alkohol und 10 % Benzin, sie ist aber für die Praxis ausreichend. (*Glückauf* 1915, S. 157 bis 165.)

## Zeitschriftenschau.

(Selbstanzeigen.)

### Zeitschrift für Elektrochemie; Heft 11/12, 1915.

Über die elektrische Aktivierung des Stickstoffs; von A. Koenig. Die Arbeit bringt in Zusammenfassung die Ergebnisse von Untersuchungen, welche der Verf. gemeinschaftlich mit E. Elöd in den Jahren 1913 und 1914 veröffentlicht hat. Diese beziehen sich zum Teil auf die Erscheinung des gelben Nachleuchtens, welches in reinem Stickstoff bei geeignetem Minderdruck nach Durchgang elektrischer Entladungen zu beobachten ist, zum Teil auf die chemischen Reaktionen, welche das nachleuchtende Gas mit verschiedenen Stoffen eingeht, auf die gewöhnlicher Stickstoff nicht einwirkt. Aus Versuchen über die elektrische Aktivierbarkeit von Sauerstoff und Wasserstoff und ihre Reaktionsfähigkeit gegenüber aktivem Stickstoff ergeben sich dann einige allgemeine Schlußfolgerungen.

### Zeitschrift für Elektrochemie; Heft 13/14, 1915.

Ein einfaches Viskosimeter zur Bestimmung der inneren Reibung flüchtiger Flüssigkeiten und flüssiger Gemische von flüchtigen Substanzen; von O. Faust. Verf. hat das früher von ihm benutzte Viskosimeter (*Z. f. phys. Chemie* 79, 18, 1912 oder *Stähler*, Handb. d. Arbeitsmethoden d. anorg. Chemie III, S. 550) durch einen  $\Omega$ -förmigen Aufsatz so abgeändert, daß eine Konzentrationsänderung der zu untersuchenden Lösung während vieler Versuche vermieden wird. Die Flüssigkeit wird durch Blasen an einem bzw. Saugen an einem anderen Ansatz in die Viskosimeterkugel heraufgetrieben und ist während der Versuche ganz gegen die äußere Atmosphäre abgeschlossen.

### Zeitschrift für Elektrochemie; Heft 15/16, 1915.

Zur Aktivierung von  $H_2$  und  $O_2$  durch Platin; von J. Eggert. Bei Anwesenheit von platinierter Platin als Katalysator ist die reduzierende und oxydierende Wirkung von  $H_2$  und  $O_2$  auf reaktionsfähige Metallsalzlösungen (z. B. Ferri- und Ferrosulfat) dann am schnellsten, wenn das katalysierende Blech abwechselnd mit der gasför-

migen und flüssigen Phase in Berührung kommt. Die unter gleichen Bedingungen beobachtete Anfangsgeschwindigkeit dieser durch die Absorption der Gase erfolgten Reaktionen ist, namentlich für  $H_2$ , konstant und von der Art und Konzentration des gelösten Metallions ( $F_2$ , U, V, Ti, Mo) unabhängig. Erst gegen Ende, meist sehr bald beim  $O_2$ , fällt die Reaktionsgeschwindigkeit nach dem Exponentialgesetz ab. Es sind demnach offenbar zwei verschiedene Wirkungen im Spiel: 1. der kinetisch-konstante Vorgang der Gasokklusion des Platins, der nur von den Dimensionen des Bleches und der Zeit seines Aufenthaltes im Gasraum abhängt, 2. die verschiedenen schnell erfolgende Abgabe des Gases an die Lösung.

Zur Frage über den katalytischen Einfluß der Gefäßwände; von G. v. Eliafaff. Es wurde die Geschwindigkeit der Zersetzung des Wasserstoffperoxyds durch Glaswolle bei Gegenwart von Metallsalzen (vor allem Kupfersalzen) untersucht. Die Zunahme dieser Geschwindigkeit mit der Salzkonzentration war völlig gleich der Zunahme der adsorbierten Menge des Salzes. Daraus läßt sich folgern, daß die Katalyse durch die Adsorption des Salzes bedingt ist.

Der Zusammenhang zwischen elektrolytischen und rein chemischen Vorgängen. IV; von D. Reichinstein. In Chromsäurelösungen verschiedener Konzentration (Z), welche in bezug auf  $H_2SO_4$  0,4 n. sind, lassen sich leicht stationäre Auflösungsgeschwindigkeiten ( $V_s$ ) des Nickels feststellen. Als Kriterium dieser stationären Werte dient die Tatsache, daß dieselben nach der Aktivierung sowie nach der Passivierung des Nickels zu erzielen sind. Die gefundene  $V_s$ -Z-Kurve (Parabel) stimmt mit der aus der Verdrängungstheorie der Passivität (Reichinstein) berechneten Kurve gut überein.

Über elektrolytische Bronzefällungen; von W. D. Treadwell und E. Beckh. Die Legierungsfähigkeit von Kupfer und Zinn wird charakterisiert. Einige bekannte Bronzebäder werden nachgeprüft und auf ihre Mängel hingewiesen. Auf Grund von Potentialmessungen werden neue Bäder zusammengestellt: ein Oxalatcyanidbad für rotstichige Bronzen, ein Sulfidcyanidbad für solche von goldglänzender Farbe. Über die Eigenschaften der erhaltenen Bronzen werden nähere Angaben gemacht.

Die Sulfurierung des Hydrochinons; von Joh. Pinnow. Die Sulfurierung des Hydrochinons ist in mäßig konzentrierter  $H_2SO_4$  bei 100° ein umkehrbarer und in bezug auf Hydrochinon und seine Monosulfosäure monomolekularer Prozeß. Weder Spaltung noch Sulfurierung werden von den Ionen oder der undissoziierten  $H_2SO_4$  schlechthin bewirkt. Für die Spaltung ist die Gegenwart von Schwefelsäuredihydrat erforderlich, die Sulfurierung dürfte erst durch Monohydrat bewirkt werden. Nichthydratisierte  $H_2SO_4$  führt Monosulfosäure schon bei 100° in Disulfosäure über. Für die Darstellung der Monosulfosäure wird Erhitzen unter Evakuieren empfohlen.

### Physikalische Zeitschrift; Nr. 15, 1915.

Die Beschaffenheit der Atome in Kristallen; von A. Johnsen. Ist die empirische chemische Formel sowie die Symmetrie eines Kristalles bekannt und die Anordnung seiner Atome nach dem Laueschen Röntgenstrahlen-Verfahren ermittelt, so läßt sich für jede Atomart des Kristalles eine untere Grenze ihrer Symmetrie festlegen. So besitzen z. B. die Kohlenstoffatome des Kalkspates ( $CaCO_3$ ) mindestens die Symmetrie des Quarzes. Ist nur die empirische chemische Formel sowie die Symmetrie eines Kristalles bekannt, so kann man angeben, wie viele der durch jene Formel gegebenen Atome im Kristall gleichartig angeordnet sein können. So können z. B. weder die fünf Chloratome des kristallisierten Phosphorpentachlorids noch die drei Chloratome des monoklinen Luteokobaltchlorids untereinander gleichberechtigt sein.

*Anmerkungen zur Theorie der Strahlung*; von R. Emden. Die Anmerkungen enthalten einen neuen, namentlich für Unterrichtszwecke überaus anschaulichen Beweis des Stefanschen Gesetzes, geben einen einfachen Ausdruck zur Berechnung der Temperatur eines Strahlenbündels, behandeln eine Beziehung der Temperatur der Strahlung zum Sinussatz der optischen Abbildung und zeigen eine Vereinfachung bei der Ableitung des Wienschen Verschiebungsgesetzes.

*Über mikroseismische Bodenruhe*; von B. Gutenberg. Der Verf. hatte früher die Ansicht vertreten, daß die mikroseismische Bewegung I. Art (dauernde Wellenbewegung der Erdoberfläche, die bei 4 Min. 9 Sek. Periode im Winter  $\frac{1}{100}$  mm überschreiten kann) von Brandungen an Steilküsten, für Westeuropa besonders an der südkandinavischen, herrühre. Jetzt untersucht der Verf. die Ausbreitung dieser Bewegung und findet, daß sich in einem Falle das schnell auftretende Maximum von Nordostdeutschland und Westrußland aus gleichmäßig ausbreitete und z. B. nach 20 Stunden Westfrankreich erreichte, obwohl sich gleichzeitig die meteorologischen Verhältnisse südlich der Ostsee nicht änderten. Ein Zusammenhang mit lokalen Luftdruckverteilungen, wie Somville (Uccle) und ähnlich Pechau (Jena) annahm, ist also unmöglich.

#### Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIII, Heft 6, 1915.

*Erwiderung auf den Aufsatz von A. Ursprung: Filtration und Hebungskraft*; von O. Renner.

*Praktische Sammlungskästen und -schränke für Mikroorganismen-Reinkulturen*; von C. Wehmer. Die beschriebenen durch Photographie veranschaulichten Kulturkästen und Sammlungs-schränke zur Aufnahme von Mikroorganismen-Reinkulturen bezwecken übersichtliche Aufstellung der Kulturen auf möglichst kleinem Raum. Die Kulturröhrchen liegen schräg zu ca. 20 in einem Kasten; von diesen fassen die Schränke gegen 30 bis 40, sodaß ein Schrank ungefähr 600 bis 700 Reinkulturen auf kaum  $\frac{1}{3}$  Quadratmeter Bodenfläche beherbergt. Es bietet diese Aufstellung auch sonst mancherlei Vorteile gegenüber der bislang üblichen.

*Physiologische Untersuchungen über Cyathus striatus*; von Heinrich Leininger. Der zu den Gastromyzeten, Familie der Nidulariaceen gehörige Pilz läßt sich auf einer Reihe von Substraten, besonders kohlehydratreichen (Malzextrakt, Stärke und Asporagin usw.) bis zur Sporenreife rein kultivieren. Das Myzel hat zweikernige Zellen, es neigt zur Bildung brauner Stränge. Fortpflanzung tritt nur in der Luft auf; durch gänzliche oder teilweise Entziehung der Nahrung kann ein vorher gut ernährtes Myzel mit Sicherheit zur Fruchtkörperbildung veranlaßt werden. Die so entstandenen Fruchtkörper weisen jedoch eine geringere Differenzierung als die normalen auf.

*Über die Erregung der Protoplasmaströmung durch verschiedene Strahlenarten*; von Helene Nothmann-Zuckerkanth. Intensive Belichtung vermag in unverletzten Elodea-Sprossen Plasmaströmung hervorzurufen. Diese Wirkung kommt allen sichtbaren Strahlen zu, ferner den ultraroten und ultraviolett; sie nimmt, wie quantitative Messungen ergaben, mit der Wellenlänge des Lichtes zu. Diffuse Erwärmung durch Eintauchen eines Sprosses in warmes Wasser vermag keine Strömung hervorzurufen, dagegen wohl die Anwendung eines Temperaturgefälles durch lokale Erwärmung eines einzelnen Blattes. Auch die Plasmaströmung bei Vallisneria, Tradescantia virginica und viridis u. a. Pflanzen wurde in ihrem Verhalten zu den einzelnen Strahlenarten geprüft.

#### Geographische Zeitschrift; Heft 7, Juli 1915.

*Frankreichs Eigenart*; von F. Hahn. Verfasser will untersuchen, welche Stellung Frankreich unter den „geographischen Individuen“ einnimmt, aus denen sich Europa zusammensetzt. Er gelangt zu dem Ergebnis, daß Frankreich in keiner Beziehung ein Land der Extreme ist, wohl aber das Land gemäßigter Formen und Werte in Bodengestalt und Klima. Es ist das Land milden Himmels, gedeihender Kornfelder und Weinberge, das Land ohne Riesenberge und Riesenströme, ohne Steppen und Wüsten. So ist immerhin auch Frankreich ein geographisches Individuum eigener Art, wenn auch nicht ein so scharf ausgeprägtes, wie etwa die britischen Inseln oder das japanische Reich. Diese Betrachtungen geben dem Verfasser Anlaß, auch einiges über Frankreichs Bevölkerung nach Zahl und Zusammensetzung zu sagen.

### Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften.

#### 29. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

1. Herr Branca sprach „über die ältesten Säuger, insbesondere Tritylodon“. (Abh.) Wenn Tritylodon von Seeley für ein Reptil erklärt wird, so müßten die Monotremen, die ja ebenfalls gewisse osteologische Reptilmerkmale haben, auch Reptilien sein. Sie sind trotzdem Säuger; das gleiche könnte auch für Tritylodon eher gelten als das Gegenteil. Es scheint sogar als eine Notwendigkeit, daß die ältesten Säuger noch gewisse reptilische Eigenschaften in ihrem Knochenbau besessen haben müssen, da sich nicht plötzlich ein Reptilknochenbau in den eines Säugers umwandeln konnte.

Eine Zwischengruppe zwischen Reptilien und Säugern aber, wie Seeley ebenfalls will, ist unmöglich; denn wer säugt, ist Säuger, wer nicht säugt hier Reptil. Ein Zwischenstadium kann es hier nicht geben.

2. Herr Beckmann legte zwei Mitteilungen vor: 1. über „Chemische Bestimmungen des Nährwertes von Holz und Stroh“, 2. über „Seetang als Ergänzungsfuttermittel“. Auf Anregung des Herrn G. Haberlandt sind dessen pflanzenphysiologische Studien über den Nährwert von Hölzern (diese Sitzungsberichte vom 11. März 1915) durch chemische Versuche, welche bisher noch fast ganz fehlten, ergänzt worden. Bei dieser Gelegenheit wurde nach immer leicht zugänglichen Futterstoffen gesucht, welche im Gegensatz zu den Hölzern bei geringem Gehalt an verholzter Zellulose große Mengen leicht assimilierbarer Stoffe enthalten, und solche in den Seetangen gefunden.

3. Herr F. E. Schulze legte einen Bericht der Frau Dr. F. Hoppe-Moser in Berlin vor: „Neue Beobachtungen über Siphonophoren“. Es werden die Ergebnisse von Untersuchungen an Siphonophoren des Golfes von Neapel mitgeteilt, welche einige systematische Fragen entscheiden, die Knospungsverhältnisse von Calyphoriden und Physophoriden feststellen und neue Larven von Calyphoriden kennen lehren. Einige an Ctenophoren angestellte Regenerationsversuche fielen negativ aus.

4. Vorgelegt wurde das mit Unterstützung der Albert-Samson-Stiftung herausgegebene Werk: Fritz Müller, Werke, Briefe und Leben. Gesammelt und herausgegeben von A. Möller. Bd. 1, Text, Abt. 1. 2 und Atlas (Jena 1915).

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 40.

1. Oktober 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Entwicklung der Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle im Deutschen Reiche. Von *Dr. H. Kutteneuler, Elberfeld.* S. 509.

Bemerkungen über Juteersatz. Von *Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster.* S. 513.

### Besprechungen:

Boeke, H. E., Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie. Von *R. Ed. Liesegang.* S. 515.

Michel, H., Die künstlichen Edelsteine, ihre Erzeugung, ihre Unterscheidung von den natürlichen und ihre Stellung im Handel. Von *J. Uhlig.* S. 515.

Kayser, E., Abriß der allgemeinen und stratigraphischen Geologie. Von *Fritz Drevermann.* S. 516.

Stein, Paul, Verfahren und Einrichtungen zum Tiefbohren. Von *R. Pohl.* S. 516.

Schück, A., Der Kompaß. Von *A. Nippoldt.* S. 516.

Schmidt, Ad., Die magnetische Vermessung I. Ordnung des Königreichs Preußen 1898 bis 1903. Von *A. Nippoldt.* S. 517.

Ule, W., Das Deutsche Reich. Von *Max Friederichsen.* S. 517.

Lampe, F., Große Geographien. Bilder aus der Geschichte der Erdkunde. Von *Max Friederichsen.* S. 518.

Kleine Mitteilungen. S. 518—520.

Fieber, Zur Vorgeschichte der Aphasie. Überstreckbarkeit des Unterarms im Ellbogengelenk. Psychologie und Psychopathologie des Genies.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 520.

Geographische Zeitschrift. S. 520.

Für

## chemische und elektrochemische Industrie

### Papier- und Pappenfabrikation

Billige Terrains, Gleisanschluß,  
günstige Produktionsbedingungen,  
vorteilhafter Kraftbezug im Ver-  
sorgungsgebiet der Sächsischen  
Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft  
im Südwesten des  
Königreichs Sachsen

Näheres durch die Betriebsdirektionen der Werke:

Elektricitätswerk a. d. Lungwitz, Oberlungwitz in Sachsen  
Elektricitätswerk a. d. Pleiße, Werdau in Sachsen  
Elektricitätswerk Obererzgebirg, Schwarzenberg in Sachsen

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

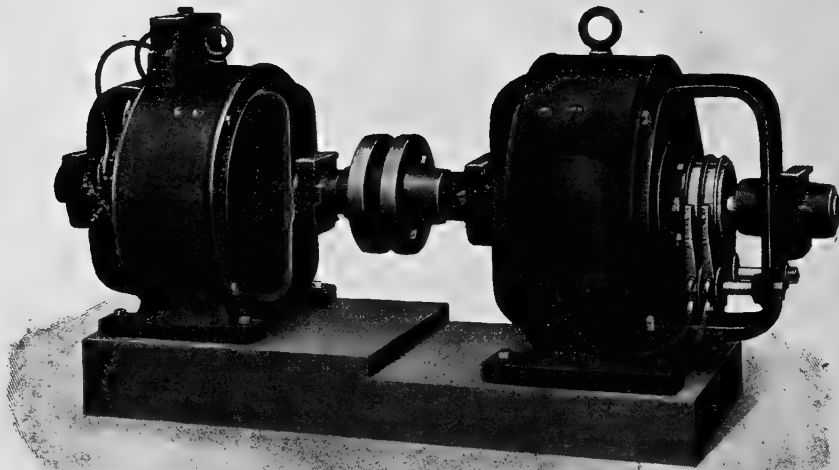
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

# Siemens & Halske A.-G.

## Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Experimentierzwecke.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Elfte, verbesserte Auflage der

# Nährwerttafel

Gehalt der Nahrungsmittel an ausnutzbaren Nährstoffen, ihr Kalorienwert und Nährgeldwert, sowie der Nährstoffbedarf des Menschen

Graphisch dargestellt

Von

**Dr. J. König**

Geh. Reg.-Rat, o. Professor an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster i. W.

Preis M. 1.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

1. Oktober 1915.

Heft 40.

## Die Entwicklung der Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle im Deutschen Reiche.

Von Dr. H. Kutteneuler, Elberfeld.

Während die Ernährung des Menschen durch Aufnahme geeigneter Nahrung, die die einzelnen Nährstoffe in genügender Menge und richtigem Verhältnis enthält, sich naturgemäß vom Urzustande des Menschengeschlechts an in unbewußter Weise regelte, setzte eine wissenschaftliche Erforschung der einzelnen Nahrungsmittel verhältnismäßig recht spät ein. So ist es erst etwa 100 Jahre her, daß *Magendie* als erster auf den Unterschied zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffen hinwies und die Unmöglichkeit, mit letzteren allein das Leben zu erhalten, feststellte. Durch die im wesentlichen analytische Richtung der Chemie in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, im Gegensatz zu der mehr synthetisch sich betätigenden zweiten Hälfte, wurde dann die Zusammensetzung der Lebensmittel allmählich recht weitgehend und richtig klargestellt. 1842 stellte *Justus von Liebig* seine Ernährungstheorie auf, die späterhin von *Pettenkofer*, *Voit*, *Bischoff*, *Rubner* und anderen weiter ausgebaut wurde, wobei auch die Bedeutung der einzelnen Nährstoffe: Eiweiß, Fett und Kohlehydrate und deren Mindestbedarf festgestellt wurde. Durch die Arbeiten bedeutender Chemiker wie *Hilger*, *König*, *Sell* entwickelte sich die Nahrungsmittelchemie allmählich zu einem selbständigen Zweige der Chemie und zu einem vollberechtigten Lehrgegenstande der deutschen Hochschulen. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts erschienen auch schon eine ganze Anzahl Werke<sup>1)</sup>, die die Nahrungs- und Genußmittel vom chemischen und technischen Standpunkte aus behandeln, die heute zu einer umfangreichen Litera-

tur angewachsen sind. Auch die Fälscher wußten sich in geschickter Weise diese Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung zunutze zu machen. Allerdings ist die Fälschung der Nahrungsmittel nicht etwa eine Neuerscheinung dieser Zeit, sondern sie ist naturgemäß so alt wie das Menschengeschlecht selbst und der Handel mit Lebensmitteln. Schon aus dem Altertum wird uns darüber berichtet durch *Dioskorides* und *Plinius den Älteren*, der bittere Klage führt, daß der Wein nur noch nach der Etikette verkauft werde, da die Lese bereits in der Kufe gefälscht werde. Im Mittelalter nahmen die Verfälschungen, besonders der wertvollen und beliebten Gewürze, einen derartigen Umfang an, daß verschiedene deutsche Handelsstädte wie München, Nürnberg, Regensburg sich zur Festsetzung geradezu ungeheuerlicher Strafen veranlaßt sahen. So wurden 1444 und 1456 Safranfälscher mit ihrem gefälschten Gewürz lebendig verbrannt. Eine drastische Schilderung der damals üblichen Fälschungen gibt *Sebastian Brant* in seinem „Narrenschiff“ (1494):

„... Dein safran hast zu Fenedig gesackt,  
Und hast rintfleisch darunter gehackt,  
Und milst unter neglein gepets prot  
Und gibts für lorper hin geißkot  
Und fichtenspen für zimmetrinten  
Und nimst das laup ven einer linten  
Darmit tust du den pfeiffer meren . . . . .  
... Gibst weißen hundsreck hin für zucker . . .“

Ähnlich geißelt er die Verfälschung von Wein und Wurst und erklärt von letzterer:

„... „Kain swin mögt daz wol gessen,  
Daz muostend dann die lüt fressen.“

In einer 1580 erschienenen französischen Abhandlung werden die damals üblichen Verfälschungen des Weines aufgeführt, darunter Zusatz von Obstwein, fremden Farbstoffen; Schönen mit Gips; Verwendung von Zucker, Honig, Muskatnuß bei Nachahmungen von Südwein; Herstellung von Hefen- oder Kunstwein. Dem Genuß derartig verfälschter Weine wird dann die Schuld an fast allen damals bekannten Krankheiten zugeschrieben. Schlimmer noch und allgemeiner verbreitet traten dann die Verfälschungen in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts auf, als einerseits durch die Entwicklung der Industrie ein immer größer werdender Teil der Bevölkerung gezwungen wurde, seinen Bedarf an Lebensmitteln dem Handel zu entnehmen, und andererseits die Herstellung der Lebensmittel selbst, z. B. Wurst, Margarine, Backwaren, Fruchtsäfte, Marmeladen u. dgl., immer mehr fabrik-

<sup>1)</sup> Von diesen seien erwähnt:

- 1848. *F. C. Knapp*, Die Nahrungsmittel in ihren chemischen und technischen Beziehungen.
- 1850. *Moleschott*, Lehrbuch der Nahrungsmittel für das Volk.
- 1856. *M. A. Chevallier*, Wörterbuch der Verunreinigungen und Verfälschungen der Nahrungsmittel, Arzneikörper und Handelswaren, nebst Angaben der Erkennungs- und Prüfungsmittel. Frei nach dem Französischen von *A. H. Westrumb*.
- 1859. *F. Artmann*, Die Lehre von den Nahrungsmitteln, ihrer Verfälschung und Konservierung.
- 1860. *E. Reich*, Die Nahrungs- und Genußmittelkunde.
- 1875. *Dietzsch*, Handbuch der Nahrungsmittelchemie.
- 1878. *J. König*, Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel (zurzeit in dritter Auflage vorliegend).



mäßig betrieben wurde<sup>1)</sup>. In dieser Zeit wurden Rezepte für Verfälschungen ohne Scheu öffentlich angeboten und der Ersatz guter Nahrungsmittel durch billige, minderwertige fast als soziale Tat gepriesen, so daß eine zum Studium dieser Verhältnisse eingesetzte amtliche Kommission von Sachverständigen sich dahin aussprach, daß der Stand der Dinge in gesundheitlicher Beziehung ein geradezu unerträglicher geworden sei und daß es nicht bloß unzulässig sei, dem Publikum positiv gesundheitsgefährliche, sondern auch solche Gegenstände darzubieten, die durch Verfälschung oder inneren Verderb in ihrem Nährwert verringert und deshalb ihren Zweck zu erfüllen mehr oder weniger untauglich sind. Ein helles Streiflicht auf die Praktiken der damaligen Fälscher wirft das 1878 erschienene „Liederbuch für fröhliche Fälscher nebst etlichen weisen Sprüchen, Regeln und Glossen, herausgegeben vom Vorstande des allgemeinen Vereins zur Verfälschung von Lebensmitteln, Waren usw.“ von *Emil Jacobsen*, das diese blühende Zunft in Poesie und Prosa trefflich karriert und spottenderweise die Gründung einer Fälscher-Akademie verlangt, denn „Brandmal und Staupenschlag sah'n längst den letzten Tag“.

Die damaligen Fälschungen waren natürlich vielfach recht grob und gemeingefährlich, wie: Schwerspat, Gips in Mehl und Zucker; Alaun und Kupfervitriol im Brot; Glycerin und Pikrinsäure, selbst Strychnin im Bier; Mineralsäuren im Essig; Rotwein mit Fuchsin gefärbt; künstliche Kaffeebohnen; Pfefferkörner aus Ton- und Brotresten; Vanilleschoten mit Glaspulver bestreut und dergleichen mehr. Bald aber wußten sich die Fälscher, wie schon erwähnt, den Fortschritten der wissenschaftlichen Forschung anzupassen und so setzte etwa in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts ein Kampf ein zwischen Fälschern und Forschern, zwischen Fälschungs- und Nachweismethoden, der noch heute ungeschwächt fort dauert und den Anlaß gab zu einer sich immer mehr erweiternden Nahrungsmittelkontrolle. Da die Erkenntnis der Bedeutung und Zusammensetzung unserer Lebensmittel bei dem allmählich tieferen Eindringen naturwissenschaftlicher Kenntnisse in breitere Volksschichten auch diesen nicht verborgen blieb, so wurden ihnen dadurch auch die Verfälschungen bekannt. Die Folge davon war, da vorerst noch öffentliche Hilfe fehlte, die Gründung von Vereinen zur Abwehr und Verfolgung von Verfälschungen. Von diesen entwickelten besonders die in Leipzig

und Hannover gegründeten eine eifrige Tätigkeit; letzterer gab von 1878—1881 sogar eine eigene Zeitschrift „Wider die Nahrungsmittel-fälscher“ heraus. In Hamburg entstand 1878 ein „Verein gegen Verfälschungen von Lebensmitteln“, der später in den „Verein für öffentliche Gesundheitspflege“ überging. Gemäß einem mit dem Chemiker Dr. B. C. *Niderstadt* abgeschlossenen Vertrag mit festem Tarif wurden von diesem im ersten Jahre 257 Untersuchungen ausgeführt, von denen 102 zu Beanstandungen führten. In die Reihe dieser Vereine trat auch der 1873 gegründete „Deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege“, der auf verschiedenen Jahresversammlungen die Lebensmittelkontrolle zum Gegenstand eingehender Beratungen machte. Diese Vereine wußten bald auch einzelne Kommunen für ihre Bestrebungen zu interessieren, die dann ihrerseits städtische Untersuchungsanstalten gründeten oder meist mit Privatchemikern Verträge über die Ausführung der Lebensmitteluntersuchungen abschlossen. Doch bald sah der Staat ein, daß der Kampf gegen die Nahrungsmittel-fälscher, die *Bismarck* neben den Gegnern von draußen und den Umsturmännern im Innern zu den größten Feinden des deutschen Volkes rechnete, nicht mehr privaten Vereinigungen oder den Kommunen allein überlassen werden durfte, daß vor allem wenigstens eine einheitliche Gesetzgebung von seiten des Reiches notwendig sei. Daher arbeitete das 1876 gegründete Kaiserliche Gesundheitsamt nach dem Muster des englischen Nahrungsmittelgesetzes vom 11. August 1875 einen Gesetzentwurf aus, der am 1. April 1878 einer Reichstagskommission zur Durchberatung überwiesen wurde, die aber erhebliche Änderungen vornahm. Ein zweiter Entwurf wurde dann im folgenden Jahre fast unverändert angenommen als „Gesetz betreffend den Verkehr mit Nahrungs- und Genußmitteln sowie Gebrauchsgegenständen“ vom 14. Mai 1879. Dieses Gesetz, das sich außer auf Nahrungs- und Genußmittel auch auf Gebrauchsgegenstände, Spielwaren, Tapeten, Farben, Eß-, Trink- und Kochgeschirre, Bekleidungsgegenstände und Petroleum bezieht, insoweit bei diesen eine Gesundheitsschädlichkeit in Betracht kommt, bildet noch heute die Grundlage für die gesamte Lebensmittelkontrolle. Nach diesem Gesetz ist das Herstellen, Feilhalten, Verkaufen oder in Verkehr Bringen nachgemachter, verfälschter oder verdorbener Nahrungs- und Genußmittel sowie gesundheitsschädlicher Gebrauchsgegenstände verboten. Daneben ist noch § 367 Nr. 7 des Strafgesetzbuches in Kraft, wonach bestraft wird, „wer verfälschte oder verdorbene Getränke oder Eßwaren, insbesondere trichinenhaltiges Fleisch feil hält oder verkauft“. Dieses grundlegende Gesetz hat dann einen fortdauernden Ausbau durch mehrere Spezialgesetze, von denen einzelne auch schon mehrfach abgeändert und erneuert wurden, erfahren. Es sind dies die Reichsgesetze betreffend:

<sup>1)</sup> Die Industrie der Nahrungs- und Genußmittel zählte

im Jahre	Betriebe	Beschäftigte Personen
1882	245 286	743 881
1895	269 971	1 021 490
1907	309 836	1 239 945

Der Lebensmittelhandel zählte 1907 425 617 Betriebe mit 812 263 beschäftigten Personen oder 60 % bzw. 47,1 % des gesamten Warenhandels.

den Verkehr mit blei- und zinkhaltigen Gegenständen vom 25. Juni 1887;  
die Verwendung gesundheitschädlicher Farben bei der Herstellung von Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen vom 5. Juli 1887;  
den Verkehr mit Butter, Käse, Schmalz und deren Ersatzmitteln vom 15. Juni 1897;  
die Schlachtvieh- und Fleischbeschau vom 3. Juni 1900;  
den Verkehr mit künstlichen Süßstoffen vom 6. Juli 1898 und 7. Juli 1902;  
den Verkehr mit Wein, weinhaltigen und weinähnlichen Getränken vom 20. April 1892, 24. Mai 1901 und 7. April 1909.

Hierher gehören ferner das Zuckersteuergesetz vom 6. Januar 1903; das Brausteuerengesetz vom 15. Juli 1909; das Branntweinsteuergesetz vom 15. Juli 1909; das Gesetz betreffend die Beseitigung des Branntweinkontingents vom 14. Juni 1912, ferner eine Reihe zollamtlicher Bestimmungen sowie die Kaiserlichen Verordnungen betreffend das gewerbmäßige Verkaufen und Feilhalten von Petroleum vom 24. Februar 1882; betreffend das Verbot von Maschinen zur Herstellung künstlicher Kaffeebohnen vom 1. Februar 1891; betreffend den Verkehr mit Essigsäure vom 14. Juli 1908. Hinzu kommt die Regelung verschiedener Einzelgebiete wie Revision der Lebensmittelgeschäfte, Milchhandel, Herstellung und Verkauf von künstlichem Mineralwasser, Speiseeis usw. durch Polizeiverordnungen, die sich leider manchmal selbst in benachbarten Orten widersprechen.

Als großer Mangel des grundlegenden Nahrungsmittelgesetzes von 1879 macht sich bis heute noch das Fehlen von Ausführungsbestimmungen bemerkbar. Zwar beschloß der Reichstag am 1. Mai 1901, die Regierung um Vorlage eines Geszentwurfs betreffend die Überwachung des Verkehrs mit Nahrungs- und Genußmitteln zu ersuchen, was jedoch von dieser wegen der dadurch entstehenden Kosten abgelehnt wurde. Weiter fehlt im Gesetze jede Definition, selbst eine für den Begriff des Nahrungs- und Genußmittels, so daß erst durch Reichsgerichtsurteil entschieden werden mußte, daß nur solche, die für Menschen bestimmt sind, unter das Gesetz fallen. Diesem Mangel an Begriffsbestimmungen soll nach einer am 27. März 1911 im Kaiserlichen Gesundheitsamte stattgefundenen Beratung, zu der auch Vertreter der verschiedenen Verbände der Nahrungsmittelfabrikanten und -händler gezogen wurden, durch rechtsverbindliche Festsetzungen über die Beschaffenheit und Beurteilung der einzelnen Lebensmittel abgeholfen werden. Um die starre Festlegung durch Gesetz, das sich den technischen Fortschritten auf dem Gebiete schlecht anpassen könnte, zu vermeiden, soll der Weg der Bundesratsverordnungen gewählt werden. Zur Vorbereitung dieser Regelung sind seit 1912 mehrere „Entwürfe zu Fest-

setzungen über Lebensmittel“ vom Kaiserlichen Gesundheitsamte herausgegeben worden, und zwar bis jetzt die über Honig, Speisefette und Speiseöle, Essig und Essigessenz, Käse, Kaffeeersatzstoffe. Zwar haben sich neuerdings weite Kreise der Industrie und des Handels gegen diese Verordnungen mit Gesetzeskraft ausgesprochen, jedoch würde der von ihnen geforderte „Oberste Lebensmittelbeirat“ keine gründliche Besserung der herrschenden Rechtsunsicherheit herbeiführen können.

Aber auch sonst standen nach Erlaß des Nahrungsmittelgesetzes seiner wirksamen Durchführung erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Es fehlte zunächst an geeigneten Kräften zur Ausführung der nötigen chemischen Untersuchungen, dann an geeigneten einheitlichen Methoden, endlich an geeigneten, hinreichend ausgestatteten Anstalten.

Schon zu den von den oben erwähnten Vereinen veranlaßten Untersuchungen hatten sich Chemiker gedrängt, die nur wenige Semester Chemie gehört und teilweise überhaupt keine praktisch-analytische Ausbildung genossen hatten, oder sogar Leute, denen chemische Kenntnisse überhaupt mangelten. Selbstverständlich waren bei solchen Untersuchungen Mißgriffe und falsche Beurteilungen unvermeidlich, die dann eine große Beunruhigung des Handels und eine Diskreditierung der ganzen Bestrebungen bewirkten. Als drastisches Beispiel führt *H. Fleck* an, daß ein Arzt 1870 erklärte, er habe in 62 Sorten Bier teils durch exakte chemische Reaktionen, teils durch Vergleiche festgestellt, daß ihnen fremde, nicht hinein gehörige Substanzen beigemischt wurden, von denen er nur folgende wenige erwähnt: Krähenaugen, Opium, Fingerhut, Kokelskörner, Ignatiusbohnen, Chinarinde, Meerzwiebel, Bitterklee, Wermut, Aloe, Angosturarinde, Quassia, Senegawurzel, roter Enzian, Pomeranzenschalen und -früchte, Columbwurzel, Eichenrinde, Weidenrinde, isländisches Moos, Cardobenediktenkraut, Tausendgüldenkraut, Koriandersamen, außerdem in vielen Biersorten eine nicht durch die Gärung im Biere erzeugte Quantität Alkohol. Nachher gab der betreffende Arzt allerdings zu, alles durch seine 5 Sinne gefunden zu haben, da ihm die Hilfsmittel der Chemie gar nicht zu Gebote standen. So war damals, wie auch heute noch, der Kampf gegen Winkelchemiker ebenso notwendig und berechtigt wie gegen Winkeladvokaten und Kurpfuscher. Diesem Mangel an geeigneten Chemikern wurde nun abgeholfen durch die vom Bundesrat am 22. Februar 1894 beschlossene Prüfungsordnung für Nahrungsmittelchemiker, die eine Vorprüfung und Hauptprüfung vorsieht und genaue Vorschriften enthält über die für die Zulassung zu diesen Prüfungen erforderliche Vorbildung, für letztere u. a. ein 9 semestriges Studium mit 8 Semestern Laboratoriums- und praktischer Tätigkeit. Allerdings entsprechen diese Vor-

schriften auch nicht allen berechtigten Wünschen und eine völlige Gleichstellung mit anderen akademischen Berufen wurde dadurch vereitelt, daß das Maturum einer neunklassigen höheren Lehranstalt nicht ausnahmslos verlangt wurde. Bayern, das für Apotheker, die das Staatsexamen mit der Note I bestanden hatten, eine Ausnahme durchsetzte, stellte 1901 sogar den Antrag an den Bundesrat, den Absolventen seiner Industrieschulen die Berechtigung zur Zulassung zu erteilen, der aber abgelehnt wurde. Auch sonst ist die Prüfungsordnung mit dem Fortschritt der Nahrungsmittelchemie sehr revisionsbedürftig geworden und steht eine verbesserte Neuauflage baldigst zu erhoffen.

Nicht so einfach wie diesem ersten Mangel konnte dem Fehlen geeigneter, allgemein anerkannter Untersuchungsmethoden und Beurteilungsgrundsätze abgeholfen werden. Doch auch hier wurden allmählich auf der von *Lavoisier*, *Liebig*, *Pettenkofer*, *Voit*, *Bischoff* gelegten Grundlage außer vom Kaiserlichen Gesundheitsamte von vielen Chemikern von Ruf, wie *Hilger*, *König*, *Beckurts*, *Farnsteiner* u. a., rastlos Bau- steine zusammengetragen. Um den so ausgearbeiteten Methoden und Grundsätzen eine möglichst weite Anwendung zu sichern, wurde schon früh der Weg der Vereinbarung gewählt. Die erste derartige Vereinbarung ist wohl die 1882 von mehreren rheinischen Chemikern über Weinuntersuchung beschlossene, der im folgenden Jahre eine eingehendere von seiten des Vereins analytischer Chemiker folgte. Ende 1883 begann dann unter *Hilgers* Leitung die Bearbeitung der „Bayerischen Vereinbarungen betreffend die Untersuchung und Beurteilung der Nahrungs- und Genußmittel sowie Gebrauchsgegenstände“, die 1885 im Buchhandel erschienen. Dies waren die Vorläufer der in den Jahren 1897 bis 1902 auf Veranlassung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes herausgegebenen „Vereinbarungen zur einheitlichen Untersuchung und Beurteilung von Nahrungs- und Genußmitteln sowie Gebrauchsgegenständen für das Deutsche Reich“, die heute noch als wesentliche Grundlage bei der Lebensmittelkontrolle dienen. Daneben ergingen eine Reihe amtlicher Anweisungen, z. B. 1882 für die Untersuchung des Petroleums auf seine Entflammbarkeit; 1888 für die Untersuchung von Farben, Gespinsten und Geweben auf Arsen und Zinn; 1896 für die chemische Untersuchung des Weines und 1898 für die chemische Untersuchung von Fetten und Käsen sowie für verschiedene zollamtliche Untersuchungen, insbesondere zur Ausführung des Fleischbeschaugesetzes. An Vereinbarungen aus Handels- und Produzentenkreisen ist vor allem das in zweiter Auflage vorliegende „Deutsche Nahrungsmittelbuch“ zu nennen, das aber stellenweise den Interessen der Fabrikanten und Händler allzusehr Rechnung trägt. Zur Vereinheitlichung der Untersuchungen und besonders der Rechtsprechung wäre es sehr

zu begrüßen, wenn die oben erwähnten Festsetzungen zur Untersuchung und Beurteilung von Nahrungs- und Genußmitteln mit rechtsverbindlicher Kraft baldigst erlassen würden. Wie notwendig dies ist, ergibt ein Blick auf die sich vielfach widersprechenden Urteile in Nahrungsmittelsachen, z. B. betreffend Mehlzusatz zu Wurst, Mindesteigehalt der Eierteigwaren, künstliche Färbung von Fruchtsäften usw.

Das weitaus größte Hindernis zur energischen und erfolgreichen Durchführung des Nahrungsmittelgesetzes von 1879 bestand jedoch im Mangel an geeigneten Untersuchungsanstalten. Daß diesem Mangel erst sehr allmählich abgeholfen wurde, lag auch daran, daß das Reich die Durchführung der Lebensmittelgesetze den Einzelstaaten überließ und diese vielfach wenig Neigung zu einem scharfen Vorgehen zeigten, sei es, daß sie die Bedeutung einer geregelten Lebensmittelkontrolle unterschätzten oder die entstehenden Kosten scheuten. Darüber aber, wie die Kontrolle am besten und wirksamsten zu gestalten sei, waren sich die Fachgelehrten von Anfang an durchweg einig. Schon die im Jahre 1877 zur Beratung eines Nahrungsmittelgesetzes versammelte Kommission forderte die Errichtung einer ausreichenden Zahl technischer Untersuchungsstationen. Zur Festsetzung eines Normalstatuts für solche Stationen wurde noch im gleichen Jahre eine zweite Kommission berufen, die u. a. folgende Grundsätze aufstellte. Die Überwachung der Nahrungsmittel ist Aufgabe der allgemeinen Gesundheitspolizei. Die Untersuchungsstationen müssen amtlichen Charakter haben und ihre sämtlichen Beamten — Chemiker, Arzt und Tierarzt — vereidigt sein. Als ihre Aufgaben wurden bezeichnet: a) Untersuchung der ihnen hierzu übergebenen Nahrungs- und Genußmittel in bezug auf ihre Zusammensetzung und gesundheitliche Beschaffenheit, b) gleiche Untersuchung von Gebrauchsgegenständen, c) Nachuntersuchung des Fleisches und seiner Fabrikate, falls die Richtigkeit einer ersten Untersuchung bezweifelt wird, d) fortgesetzte Untersuchungen der hauptsächlichsten zum Verkaufe ausgestellten Nahrungs- und Genußmittel, e) desgleichen der Trink- und Nutzwässer, der öffentlichen Wasserläufe und der Grundwasserverhältnisse, f) desgleichen der Luft in öffentlichen Lokalen, zunächst in den Schulen. Desgleichen forderte neben *J. König*<sup>1)</sup> der Leiter der chemischen Zentralstelle in Dresden *H. Fleck*<sup>2)</sup> zur wirksamen Durchführung des Gesetzes Institute, die unabhängig von privaten Aufträgen aus Staats- oder öffentlichen Mitteln unterhalten werden und mit den vollkommensten Einrichtungen versehen sind. Mit solchen Ämtern müßte ganz Deutschland wie

<sup>1)</sup> „Bestand und Einrichtungen der Untersuchungsämter für Nahrungsmittel“, Berlin 1882.

<sup>2)</sup> „Die Chemie im Dienste der öffentlichen Gesundheitspflege“, 1882.

mit einem Netz überzogen sein, so daß die Fälscher nirgends unbehelligt blieben.

Bei der 13. Jahresversammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege zu Breslau 1886 faßte A. Hilger die Forderungen für die Durchführung einer geregelten Lebensmittelkontrolle etwa dahin zusammen, daß sie sich zu erstrecken habe auf *alle* Nahrungs- und Genußmittel sowie Gebrauchsgegenstände in weitgehendem Sinne, daß die Probenentnahmen *regelmäßig* geschehen müßten, am besten in Verbindung mit ambulanter Tätigkeit der Nahrungsmittelchemiker, mit Revisionen auch der Herstellungs- und Aufbewahrungsräume wie der Verkaufsräume und Belehrung der Gewerbetreibenden, daß endlich die Untersuchungen auszuführen seien in *staatlichen oder städtischen* Anstalten und durch Chemiker, die eine entsprechende Vorbildung durch Abschlußexamen nachgewiesen haben und in ihrer sozialen und pekuniären Stellung völlig unabhängig dastehen; Forderungen, die leider auch heute noch nicht ganz erfüllt sind. Im wesentlichen die gleichen Forderungen wurden auf der 22. Jahresversammlung desselben Vereins zu Karlsruhe 1897 durch Rümelin und Beckurts vertreten, wobei ersterer besonders die Kontrolle aller unter das Gesetz fallenden aus dem Auslande eingehenden Waren an den Zollgrenzen verlangte, eine Einrichtung, die verschiedene andere Staaten, wie Schweiz, Bulgarien, Rumänien, Argentinien und Nordamerika, bereits haben. Welche Bedeutung einer solchen Grenzkontrolle zukommt, zeigt folgende Zusammenstellung:

*Nahrungs- und Genußmittel.*

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr	
	Millionen Mark	Prozent der Gesamteinfuhr	Millionen Mark	Prozent der Gesamtausfuhr
1909	2591,0	28,4 %	901,7	12,6 %
1910	2445,3	25,6 "	985,3	12,2 "
1911	3076,8	29,6 "	1095,8	12,5 "
1912	3332,3	28,8 "	1125,5	11,6 "
1913	3063,5	26,3 "	1362,5	12,5 "

Der Umstand, daß Abel auf der 35. Jahresversammlung des Vereins zu Elberfeld 1910 fast die gleichen Forderungen besonders bezüglich der Revision der Herstellungs- und Aufbewahrungsräume erheben mußte, zeigt die Langsamkeit der Entwicklung. Auch verteidigt er den sogenannten Geheimeneinkauf der Proben als unter Umständen notwendig und besonders erfolgreich, der bereits nach einem Bericht des Hygienischen Instituts zu Hamburg von 1897 bei Butter, Käse, Schmalz mit Erfolg angewendet wurde, auch von Forster in einem Referat über die Organisation der Lebensmittelkontrolle in Sachsen 1901 für

unumgänglich erklärt wurde und heute wohl bei allen Untersuchungsämtern in mehr oder weniger ausgedehntem Maße zur Anwendung kommt.

(Schluß folgt.)

## Bemerkungen über Juteersatz.

Von Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster.

Im Krimkrieg, der England und seinen Spinnereien die Hanfzufuhr aus Rußland verschloß, begann man in steigendem Maße die aus Indien stammende Jute zum Ersatz heranzuziehen. Ausgedehnter Anbau und billige Arbeit in Indien verhalfen dem Material zu dauernder Abnahme in Europa. Nach England bekam auch Deutschland seine Jutespinnereien. Heute beginnt diesen der Rohstoff knapp zu werden. Es heißt Ersatz suchen dafür, und Pressenotizen belehren hierüber. Zu diesen mögen einige einzelne und einige grundsätzliche Bemerkungen angebracht sein.

Es handelt sich in der Jute um ein grobes, wenig geschmeidiges Material, das eine stärker verholzte (Stengel-) Faser als Lein, aber auch als Hanf vorstellt, deshalb also nur härtere und gröbere Gewebe liefert als diese beide. Wird doch auch die Spinnbarkeit erst künstlich erhöht durch Einfetten mit den Stoffen, die der Jute und ihren Fabrikaten (Sackleinen, Möbelstoffe, Gardinen) den uns bekannten eigenen Geruch verleihen. Es kommen demnach in der Tat auch Pflanzen mit stärker verholzter (also weniger geschmeidiger) Faser als Ersatz in Frage. Und von diesen gibt es eine ganze Reihe in Deutschland, die früher mehr oder weniger lokal beschränkt, in Zeiten der stärkeren Hausindustrie und des geringeren Handelsverkehrs benutzt waren, heute aber in dieser Nutzbarmachung verschollen sind.

1. Die Presse nannte das *Weidenröschen* als Gegenstand von Bemühungen der Jutespinner. *Epilobium angustifolium* und *hirsutum* sind bei uns als kräftige ausdauernde Pflanzen beträchtlicher Höhe und oft starker Verbreitung bekannt. Alte Literatur lehrt uns, daß in Skandinavien Stricke daraus verfertigt werden, neuere aus Amerika berichtet von Verwendung der Faser im Nordwesten Nordamerikas. Die gertenartige Beschaffenheit der Stengel läßt ohne weiteres kräftige und lange Bastfasern vermuten; da es sich um eine Staude handelt, scheint die Gewinnung durch Rösten und Klopfen nicht schwierig. Einsammeln soll mit Unterstützung der Behörden eingeleitet werden, z. B. durch Aufgebot von Schulkindern, die Menge und Billigkeit des Stoffes lassen also nichts zu wünschen. Die Frage bleibt aber: wie wird die Faser am besten gewonnen oder welches ist der beste Weg, ein spinnbares und webbares Material zu erzielen? Versuche darüber sind angestellt, sie sollen bisher nicht sehr günstig aussehen. Es ist aber schwer zu sagen, in welcher Zeit man die Resultate als abgeschlossen gelten lassen will. Es gibt Fasern aus alter Zeit, die

eine Behandlung, ein Lagern in Feuchtigkeit oder Wärme usw. von Monaten erforderten. Es ist keineswegs ohne weiteres sicher, daß man durch Heranziehung der neuen für irgend andre Stoffe geltenden Verfahren von kürzerer Dauer nun auch die gleichen Erfolge erzielt.

2. Aussichtsreicher müßte nach alten Angaben der *Hopfen* sein. Auch auf diesen sind die Jutespinner jetzt hingewiesen. Stengel und Ranken des *Humulus lupulus*, den wir wild und in Kultur haben, sind im 18. Jahrhundert bekannt als Lieferanten einer groben Faser, aus der sich eine Art Leinenstoff herstellen läßt. Von Schweden ist eine originelle Behandlung 1750 bekannt geworden: Statt der angeblich 4 Monat erfordernden Röste in Wasser wurden die Stengel im feuchtwarmen Dunst über einem Viehstall gehalten, wo sie nach kürzerer Zeit reif wurden, um, wieder getrocknet, sich wie Flachs schwingen und hecheln zu lassen. Der Faden galt als ebenso fein wie Hanf oder Flachs, doch als gelblich und im Gewebe stärker. In neuerer Zeit hat *J. D. Nördlinger* (1877) ein deutsches Patent auf eine andere kurzfristige Behandlung des Hopfens genommen, die Stengel werden in Wasser mit Seife- oder Sodazusatz gekocht, ausgewaschen und entfasernd, dann kocht man die Fasern in Wasser mit Essigzusatz und wäscht wieder aus. So erhält man in wenigen Stunden ein nach Trocknen zum Hecheln fertiges Material.

Der Hopfen und seine Verwendung bietet meines Erachtens den großen Vorteil, daß er *in großen Mengen* aus Kulturen (Württemberg, Bayern, Elsaß, Böhmen) zur Verfügung stehen kann, wenn im Herbst (September) die Ernte der zur Brauerei benötigten Fruchtzapfen stattgefunden hat und wenigstens ein Teil der Pflanzung erneuert wird. Es sind in Deutschland gegen 40 000 ha Hopfen vorhanden. Neuanpflanzung geschieht im Herbst durch Stecklinge, die Masse der Stengel findet sonst keine Verwertung.

Die Faser ist sicher sehr kräftig, vielleicht zu stark. Die chemische Behandlung hat offenbar den Zweck, sie geschmeidiger zu machen, indem sie vermutlich (wie für andere Fälle von *Gertr. Tobler* nachgewiesen, vgl. in dieser Zeitschrift 1913, S. 858) einen Teil der Verholzungssubstanz der Faser entzieht. Bei schwächeren Fasern tritt darnach oft Brüchigkeit auf, für Hopfen möchte ich das nicht vermuten. Es muß eben der Grad von chemischer Wirkung erreicht sein, der möglichst geschmeidig macht, ohne brüchig zu machen.

3. Es wäre endlich zu denken an den *Besenginster*, *Sarothamnus scoparius*. Auch dieser (wie andere Ginsterarten) ist bekannt gewesen zur Herstellung von Schnüren, Säcken, aber auch zu Kleiderstoffen. Letzteres ist Jahrhunderte hindurch aus Italien bekannt und noch vor etwa 150 Jahren auch aus Frankreich, es handelte sich um eine alte Hausindustrie für den eigenen Bedarf überall, wo die Pflanzen reichlich wuchsen. (Namen: *ginestra*, *genêt* und *genêt d'Espagne*.)

Die in Garben gebundenen Stengel werden getrocknet, geklopft, so daß sie aufspringen, dann bei Abschluß der Luft feucht in Erde mit Stroh „gegoren“, gewaschen, geschlagen, bis die Rinde abfällt, und nach erneutem Trocknen entfasernd. Dieser Prozeß erfordert nur 2–3 Wochen und ergibt einen Stoff, der sich hecheln und spinnen läßt. Der Faden ist so geschmeidig wie Hanf, aber fester im Gewebe.

Dieses Material wäre überreich bei uns, läßt sich auch auf den Heideländern *jährlich neu abernnten* (wo es nicht abgeweidet wird). *Ich halte diesen Ersatz für recht aussichtsvoll.*

In jedem Fall müssen besondere Versuche entscheiden. Sie sind ein Tasten, knüpfen aber aus technischen und Kostenrücksichten an das Vorhandene von Methode und Apparaten an. Unsere Jutespinnereien haben natürlich bisher die fertige Rohfaser bezogen, meist wohl schon völlig gereinigt und gebleicht. *Die Aufgabe der Gewinnung des Rohmaterials* ist daher völlig neu. Ist sie aber etwa zunächst an Hand des von und für Hanf und Flachs Vorhandenen und Bekannten gelöst, so tritt die zweite Frage heran, ob der gewonnene Rohstoff dem bisherigen so ähnlich ist, daß er nicht allein (äußerlich) als Ersatz dienen, sondern auch mit gleicher Maschinerie weiter verarbeitet werden kann. *Und das ist eine im Augenblick viel schwerer wiegende Sache.*

Wir dürfen hier auf die endgültigen Ergebnisse im Interesse der Verbraucher wie der Erzeuger gespannt sein. Es dürften übrigens im besetzten russischen Gebiet sicher auch Vorräte an Flachs und Hanf gefunden werden, die in unserer Industrie zur Verwertung gelangen. Es wäre nur billig, wenn diese auch der Juteindustrie zugute kämen, die mehr oder weniger schon hat Hanf verarbeiten müssen. Auch darf nicht vergessen werden, daß *bei jeder minderen Faser*, die vorübergehend als Ersatz dienen kann, ein Zuschuß von Jute oder Hanf zur Verspinnung nottut.

Zum Schluß sei eine naheliegende Erwägung gestreift: *inwieweit hat ein jetzt herangezogener (alter oder neuer) Ersatz Berechtigung, auch nach dem Kriege erhalten zu bleiben*, inwieweit darf sich Hoffnung für unseren Landbau oder die Ausbeute vorhandener Wildbestände daran knüpfen? *Man sei ja vorsichtig im Publikum mit der begeisterten Vorstellung von neuer Unabhängigkeit vom Ausland und eigenen Rohstoffquellen*, man prahle noch nicht mit der Rückkehr zum heimatlichen, althergebrachten Stoff statt des neuzeitlichen aus fernem Lande. Für nutzbringende Verwertbarkeit entscheidet Herstellungspreis, also *Kosten des Rohstoffs samt aller darauf verwandten Arbeit*. Schon letztere ist gar zu häufig selbst bei gleich gutem Material bei uns viel zu teuer, teurer als in der Ferne (Indien!), aber auch der Stoff kann (im Anbau) bei uns nicht lohnend werden, wenn der gleiche Boden anderes Wertvolleres tragen kann. Wir wollen also ruhig abwarten, ob uns



nicht im Frieden wieder die indische Jute und der russische Hanf erwünschter sind als etwa die Vermehrung unseres Hanfbaues oder denkbare neue Ersatzstoffe aus dem Lande.

## Besprechungen.

**Boeke, H. E., Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie.** Berlin, Gebr. Borntraeger, 1915. XI, 428 S., 168 Fig. und 2 Tafeln. Preis M. 15,60.

Die Anschauungen über die Entstehungsarten, welche sich aus dem Studium über die natürlichen Gesteine entwickelt haben, weichen oft bei den verschiedenen Forschern erheblich voneinander ab. Das weist auf eine Unsicherheit der deduktiven Methode hin. Der Verf. des vorliegenden wichtigen Werkes verwirft letztere vollkommen. Er erhofft eine Lösung der unzähligen Probleme der Gesteinswelt allein von der induktiven Forschung, d. h. von Beobachtungen, welche man bei der Synthese von Gesteinen im Laboratorium macht.

Die wichtigste Feststellung ist dabei jedesmal diejenige des Gleichgewichts, d. h. desjenigen Zustandes des betreffenden chemischen Systems, welches sich ohne äußeren Anlaß in unbeschränkter Zeit nicht ändert. Das Buch handelt auch fast ausschließlich von solchen stabilen Zuständen und ihrer Erreichung. Die labilen werden nur vereinzelt berührt. Denn „erst wenn der Idealfall des Gleichgewichts bekannt ist, kann eine Abweichung vom Gleichgewicht behandelt werden“.

Trotz einer Beschränkung auf das, was dem Verf. als zweifellos gesichert erscheint, ist dieser stattliche Band zustande gekommen. Er verdient auch in anderer Hinsicht den Namen „Grundlage“. Denn er wird eine Ausgangsebene sein für alle diejenigen, welche auf diesem wichtigen Gebiete weiterarbeiten wollen. Wegweiser sind ihnen genug dazu errichtet. Zuweilen folgt ihnen der Verf. auch selbst einmal ins Neuland und trägt eine Hypothese vor. Aber weil er nur Sichergestelltes bringen will, erschrickt er bald und macht den Seitengang jedesmal durch einen Satz wieder gut: „Es soll aber hier nicht näher darauf eingegangen werden, weil die experimentellen Grundlagen noch fehlen.“ — Überhaupt muß man neben der Fülle von Wissenschaft ein ungewöhnliches diplomatisches Geschick im Stil bewundern.

Die Scheu vor Hypothetischem hat die schon ange deutete Vernachlässigung in der Behandlung der so überaus häufigen labilen Zustände zur Folge. Selbst die Ostwaldsche Stufenregel, bei welcher man an intermediäre Gleichgewichte denken könnte, wird auf nur einer halben Seite behandelt. Fast könnte es scheinen, als ob Boeke ein solches Verhalten der Natur beklage, wenn er sagt: „Diese Neigung zur Aufrechterhaltung instabiler Modifikationen und zur Auskristallisierung in einer instabilen Form, die besonders bei vielen Mineralien (Oxyden, Sulfiden, Silikaten) ausgeprägt ist, erschwert das Studium der Umwandlungsvorgänge und ihrer Verwertung für petrogenetische Schlüsse häufig sehr.“ — Ähnliche Äußerungen finden sich in den kurzen Abschnitten über die Thermo- und Kontaktmetamorphose und über die chemische Verwitterung der Gesteine. „Unsere Kenntnisse über die Verwitterung sind physikalisch-chemisch betrachtet noch im chaotischen Zustande.“ Im Zusammenhang damit werden im Verwitterungskapitel nur die Kolloide be-

handelt. Zu seinem Bedauern kann er aber auch auf diese vorläufig nicht die Phasenlehre anwenden.

Im Kapitel über die magmatischen Differenziationen wird gesagt, daß das Soretische Prinzip jetzt nicht mehr zu den Erklärungen herangezogen werde. Neuere Arbeiten von Wessels u. a. gehen aber wieder von diesem aus. — Der Diffusion wird im allgemeinen nur eine ganz untergeordnete Rolle für den Stofftransport im Festen zugeschrieben. Als Beweis wird besonders angeführt, daß sich die heterogenen Zonen in Silikatmischkristallen wie Plagioklas, Granat, Augit, Turmalin usw. trotz des Mangels an Gleichgewicht in geologisch alten Gesteinen erhalten konnten. Nun war aber gerade in einer zusammenfassenden Arbeit über dieses Thema stark betont worden, daß eine Diffusion in unzersetzten reinen Kristallen nicht möglich sei. — Das Problem der flüssigen Kristalle findet eine überraschende philologische Lösung. Dieser eigenartige anisotrope Zustand wird nämlich als feste Phase von sehr geringer Viskosität bezeichnet.

Daß die physikalisch-chemische Forschung sich an die zahlreichen Vielstoffsysteme (d. h. solche aus mehr als vier Komponenten) noch nicht recht heranwagt, ist bei ihrer Jugend begreiflich. Vorläufig versagt bei ihnen die Möglichkeit einer geometrischen Darstellung vollkommen. Desto mehr sollte man von den Erfolgen bei elementaren Stoffen erwarten. Eine größere eigene Arbeit des Verf. betrifft die Formen des Kohlenstoffs. Die Berechnungen ergeben, daß der Diamant unter den jetzigen Verhältnissen nicht existieren könne: „Man muß sich wundern, daß der Diamant überhaupt und zwar manchmal in recht großen Individuen zu unserer Kenntnis gelangt ist.“

Aber derartige Launenhaftigkeiten, mit welchen die Natur den Verf. aus dem Gleichgewicht zu bringen sucht, beeinträchtigen nicht den Gesamteindruck, daß hier eine Arbeit vorliegt, welche der Petrographie außerordentlich große Dienste leisten wird.

R. Ed. Liesegang, Frankfurt a. M.

**Michel, H., Die künstlichen Edelsteine, ihre Erzeugung, ihre Unterscheidung von den natürlichen und ihre Stellung im Handel.** Leipzig, W. Diebener, 1914. 109 S. und 33 Textfiguren. Preis geb. M. 4,50.

So umfangreich die Spezialliteratur über die künstlichen Edelsteine ist, so oft man auch kleineren zusammenfassenden Aufsätzen über diesen Gegenstand begegnet, so spärlich sind allgemeinverständlich und übersichtlich gehaltene Bücher darüber. Die bisher existierenden sind zudem bereits etwas veraltet. Hier füllt also das Buch H. Michels eine fühlbare Lücke aus. Der Verfasser stellt sich darin die doppelte Aufgabe, den gegenwärtigen Stand unserer wissenschaftlichen Kenntnisse über die künstlichen Edelsteine darzulegen und weiter das für die Praxis des Edelsteinhandels Wissenswerte zusammenzufassen. Nach einer kürzeren Einleitung über Begriff, Zweck und Methoden der Mineralsynthese behandelt ein zweiter Abschnitt die Darstellungsmethoden der einzelnen künstlichen Edelsteine. Den größten Raum beanspruchen naturgemäß die schleifwürdigen und daher im Handel verbreiteten Kunststeine, namentlich die Korundvarietäten (Rubin, Saphir) sowie Spinell. Doch werden auch solche Edelsteine besprochen, deren Synthese nur wissenschaftliches, aber vorläufig noch kein praktisches Interesse beansprucht, so besonders ausführlich der Diamant, weiter Quarz, Smaragd und andere.

Die beiden weiteren Abschnitte enthalten namentlich das für Juweliere und Steinhändler Wissenswerte, doch wird besonders das dritte Kapitel, das die Unterscheidungsmerkmale der Kunststeine von den natürlichen Steinen behandelt, allgemeinstes Interesse hervorrufen. In erster Linie gilt dies für die mikroskopischen Unterscheidungsmerkmale, die durch eine Anzahl vorzüglicher Abbildungen erläutert sind. Die im Anschluß hieran behandelten Verfärbungen und Lumineszenzerscheinungen unter dem Einfluß von Radium-, Röntgen-, Kathoden- und ultravioletten Strahlen stellen dagegen ein noch recht wenig geklärtes Gebiet dar. Hier begnügt sich der Verfasser denn auch mit einer Aufzählung der bisher beobachteten Tatsachen, die sich zudem hauptsächlich auf die natürlichen, weniger auf die künstlichen Edelsteine beziehen. Ein letzter Abschnitt behandelt dann ausschließlich Fragen der Praxis, so den Einfluß der Kunststeine auf den Preis und Absatz der Natursteine, die Handelsbezeichnung der Kunststeine und den Export der Kunststeine nach Indien. Daß gut ausgestattete Buch darf des Interesses weiter Kreise sicher sein.

*J. Uhlig, Bonn.*

**Kayser, E., Abriß der allgemeinen und stratigraphischen Geologie.** Stuttgart, Ferdinand Enke, 1915. VIII, 418 S., 176 Textfiguren, 54 Tafeln und eine geologische Karte von Mitteleuropa. Preis geh. M. 16,—, geb. M. 17,40.

Der „Abriß“ ist im wesentlichen ein gedrängter Auszug aus den beiden ausführlichen Lehrbüchern des Verfassers. Diese sind im Laufe der Zeit immer mehr zu unentbehrlichen Handbüchern geworden, die den ungeheuren Stoff für alle die gründlich verarbeiten, denen nicht die Zeit bleibt, alles in den Originalarbeiten nachzusehen. Der Abriß ist vor allem für die Studierenden bestimmt, denen die beiden Lehrbücher zu teuer und zu groß wurden. Ich glaube aber, daß sehr viele Laien, denen das in der Schule so sehr vernachlässigte Gebiet der Geologie Interesse erweckt, kaum ein besseres Hilfsmittel für ihre Studien finden werden. Als die größten Vorzüge des Buches möchte ich die Fülle von klaren, schematischen Zeichnungen zur Erläuterung allgemein geologischer und stratigraphischer Verhältnisse, die für ein Buch dieses Umfangs ungewöhnlich zahlreichen Versteinerungstafeln mit den wichtigsten Leitfossilien und die knapp gefaßte, von schmückenden Redewendungen gänzlich freie Sprache des Textes bezeichnen. Man hat sofort das Gefühl der Zuverlässigkeit, wenn man irgend ein Kapitel liest. Sehr wichtig ist die Beigabe einer geologischen Übersichtskarte von Mitteleuropa, die bisher den beiden großen Lehrbüchern fehlt, aber in einem Abriß, wie dem vorliegenden, vor allem beim Studium der stratigraphischen Kapitel unentbehrlich ist. Überall ist Deutschland mit vollem Recht stark in den Vordergrund getreten und die übrigen Länder sind mehr zum Vergleich herangezogen worden. Unser Heimatboden ist so mannigfaltig und reich, alle Zweige der allgemeinen Geologie vom Vulkanismus zur Glazialgeologie, von der Gebirgsbildung bis zur Ablagerung neuer Sedimente aus den zerstörten Festländern sind hier so hervorragend gut zu erklären, daß wir sehr gut einen Überblick über alle Kräfte, die an der Umgestaltung unserer Erde arbeiten, auf der Heimatforschung aufbauen können. Dabei wird das neue Buch *E. Kayser's* ein ausgezeichnetes Ratgeber sein.

*Fritz Drevermann, Frankfurt a. M.*

**Stein, Paul, Verfahren und Einrichtungen zum Tiefbohren.** II. Auflage. Berlin, Julius Springer, 1913. IV, 33 S., 20 Figuren und 1 Tafel. Preis M. 1,20.

Das kleine Heft gibt eine kurz und anregend geschriebene Übersicht über das Gebiet der Tiefbohrtechnik, die auch ein Nichtfachmann mit Interesse lesen wird. Die einzelnen Verfahren, wie die Rotationsbohrungen mit Diamantkronen oder Stahlschrot, und die Stoßbohrungen am Seil, am freifallenden oder am gespannten Gestänge werden in ihren wesentlichen Unterschieden gekennzeichnet und ihre Vorzüge und Nachteile auf verschiedenen Verwendungsgebieten verglichen. Sehr willkommen sind die numerischen Angaben über Bohrtiefe, -weite und -geschwindigkeit oder die bei schwierigen Bohrungen auftretenden Fehler: So vermag z. B. bei einem Kilometer übertreffender Bohrtiefe die Verbindungslinie von Bohrmündung und Sohle mit der Vertikalen einen Winkel von 30° einzuschließen, wobei das Bohrloch selbst stellenweise bis zu 55° von der Vertikalen abweicht! Man bestimmt diese Abweichungen mittels einer magnetischen Inklinationsnadel, die in ein Glasrohr mit fester Paraffinfüllung eingebettet bis zu der zu untersuchenden Tiefe versenkt wird. Eine elektrische Heizvorrichtung gestattet alsdann, das Paraffin zu verflüssigen, und durch darauf folgende Abkühlung die Nadel in ihrer Stellung zu fixieren. Sehr störend sind die fast auf jeder Seite vorkommenden Angaben in englischem Maße. Das Wort Zoll sollte doch endlich in deutschen Büchern nicht mehr gedruckt werden, auch wenn unbegreiflicherweise Kreise älterer Techniker nicht davon lassen wollen, Rohrweiten, Gewindestärken sowie Holz- und Blechdicken in dieser Einheit zu messen.

*R. Pohl, Berlin.*

**Schück, A., Der Kompaß.** I. 46 Tafeln und Verzeichnis derselben, Hamburg 1911; II. Sagen von der Erfindung des Kompasses. Magnet, Calamita, Bussole, Kompaß. Die Vorgänger des Kompasses. II a. Tafel 47—79 und Verzeichnis derselben. Hamburg, Selbstverlag, 1915. Preis je M. 21,—.

Vor uns liegt in 79 Großquartafeln das Ergebnis einer langjährigen eifrigen Sammlertätigkeit, die von wahrer Sachkunde geleitet, das Wichtigste über die Geschichte, die Vervollkommnung und die baulichen Einzelheiten des Kompasses und seiner Teile zusammenfaßt und so ein Werk geschaffen hat, das für kultur- und kunstgeschichtliche Untersuchungen eine vielseitige und reiche Fundgrube abgeben wird.

Um dies zu beurteilen, muß man sich vor Augen halten, daß der Kompaß das einzige Hilfsmittel war, bei unsichtigem Wetter den Weg über das freie Meer zu finden und so die Schifffahrt endlich von der Küste loszulösen. Zuerst gewann derart der Mensch die Herrschaft über das Mittelmeer, dann von Columbus an auch die über das Weltmeer. Diesem Instrument verdankt es die europäische Kultur, wenn sie heute die anderen unterjocht hat. Aber auch der Bergbau erreichte eine neue Stufe der Vervollkommnung, als er den Kompaß zu Rate zog. Ferner ist die kulturgeschichtlich neben der „offiziellen“ noch wenig erforschte kabalistische Naturwissenschaft mit der Magnetonadel eng verbunden, und es scheint, als führe hier der Weg in das ausgehende Altertum zurück. Bekannt ist auch, daß unsere mittelalterlichen Kartenwerke nach Kompaßkursen gezeichnet sind. Wie vielseitig die Berührung mit den verschiedensten kulturgeschichtlichen Gebieten ist, zeigt am besten der dem Band II beigegebene Text.

Der Verfasser hat unter Benutzung der gesamten einschlägigen Werke, aber mit sehr viel eigener Gedankenarbeit behandelt: die Rolle der Chinesen in der Frage der Erfindung des Kompasses, die Sage, wonach ein Flavio Giojo ihn in Italien neu erfunden haben soll, die Bestreitung der Existenz eines Mannes solchen Namens durch *Bertelli* und die in neuester Zeit aufgetauchte Vermutung, daß *Giojo* ein Nebenname der Familie *Frezza* sei (hierüber allein 15 Gr.-4<sup>o</sup>-Seiten). Sodann kommt er ebenso ausführlich auf die Stellen in mittelalterlichen Gedichten zu sprechen, die des Schwimmkompasses gedenken, um besonders zu untersuchen, ob *Guyot de Province* und *Hugues de Bersy* zwei verschiedene oder ein und dieselbe Persönlichkeit vorstellen. Die alte Frage, ob Europa den Kompaß über Arabien empfangen hat, entscheidet er dahin, daß umgekehrt der nahe moslemische Orient ihn von Europa zugebracht erhielt. Weiterhin bespricht er die Namengebung sowohl des ganzen Instruments als seiner Teile bei allen Völkern, die seiner gedenken. Auch seine früheren Forschungen über die Vorläufer des Instruments bringt er an dieser Stelle wieder vor, darunter besonders seine schönen Gedanken über die Schiffskunst der Wikinger.

Bei alledem ist es ein Umstand, der den Ausführungen des Verfassers besonderen Wert verleiht, und das ist seine Sachkenntnis als Schiffsführer. Sie gestattet ihm ein Urteil über die technische Möglichkeit der überlieferten Benutzungsweise der Magnetonadel und setzt ihn in die Lage, vor allem die lateinischen und italienischen Urtexte anders zu übersetzen, als es der Philologe imstande war, der zwar die allgemein gebräuchliche Begriffsbildung der betreffenden Ausdrücke kennt, nicht aber ihre besondere Bedeutung im engen Rahmen einer Sondertechnik. Gar manche Stelle bekommt so ein neues Gesicht: Selbst die chinesischen Angaben gewinnen neue Seiten, da er als Kenner heutiger Seefahrtsgebräuche dieses Volks ein Urteil über jene sich bilden kann, die zur Zeit der Erfindung des Instruments üblich waren.

Die Tafeln geben, vielfach in Buntdruck, und immer in vorzüglicher Ausführung Belege zu seinen Ausführungen, enthalten aber bedeutend mehr, als sein Text umfaßt. Im ganzen bringen sie etwa 1100 Abbildungen. Vorwiegend betreffen sie den Schiffskompaß. Nur wenige stellen die Bussolte oder den Dosenkompaß dar, wobei dann wieder den Hauptanteil die chinesischen Gauklerkompassse einnehmen. Es wäre sehr zu wünschen, wenn nunmehr auch dem Bergkompaß und dem geodätischen Kompaß ein ähnliches Werk gewidmet würde.

Es ist nun die Aufgabe der Vertreter der Einzel Forschungen, aus dem umfangreichen hier niedergelegten Material das für sie Wesentliche zu bearbeiten. Der Nautiker wird besonders über die äußere Ausgestaltung, die Bauart des Instruments Belehrung finden, der Physiker über die verschiedenen Versuche, geeignete Gestaltungen der Magnetonadel zu finden, der Heraldiker über die Rolle, welche der Schwimmkompaß in verschiedenen Formen als Wappenzeichen spielt — nach des Referenten Ansicht ist die französische Wappenlilie nichts anderes als eine Stilisierung des Schwimmkompasses —, das Kunsthandwerk wird, namentlich in den Kronenkompassen, längst entschwundene Formen vorfinden, die einer Neubelebung sehr würdig wären, und so gibt es noch manches Sondergebiet, dem das Werk wertvolle Förderung verspricht.

Es ist selbstverständlich, daß alle Fachleute dem Verfasser nach Kräften behilflich waren, sein schönes

Werk zu schaffen, aber es verdient auch, besonders dankbar erwähnt zu werden, daß zahlreiche Hamburger Schiffer- und Handelsfirmen dem unermüdlischen Sammler und Verarbeiter mit ihren Geldmitteln helfend zur Seite getreten sind, was in gleicher Weise den Verfasser ehrt, wie sie selbst.

A. Nippoldt, Potsdam.

**Schmidt, Ad., Die magnetische Vermessung I. Ordnung des Königreichs Preußen 1898 bis 1903.** Veröffentlichungen des Meteorologischen Instituts zu Berlin. Berlin, Behrend & Co., 1914. Bog. 4<sup>o</sup>, 43 und (40) S., 7 Tafeln. Preis M. 10,—.

Durch den Tod der beiden Forscher, *Eschenhagen* und *Edler*, denen wir die vorzügliche Durchführung der magnetischen Aufnahme Norddeutschlands verdanken, war vorauszusehen, daß die textliche Verarbeitung des gewonnenen Materials nicht so bald fertig vorliegen werde. Als daher der Verfasser mit dieser Aufgabe betraut wurde, hielt er es für das Zweckmäßigste, die für unmittelbar praktische Zwecke notwendigen Ergebnisse in Form von Karten der Deklination, Inklination und Horizontalintensität sobald wie möglich und vor der Verarbeitung für die theoretischen Aufgaben des Unternehmens zum Druck zu bringen. Dies geschah im Jahre 1910. Nunmehr folgt der zweite, abschließende Teil. Er bringt zwar der Vollständigkeit wegen nochmals die drei oben genannten Karten, außerdem aber noch jene der Verteilung der drei rechtwinkligen Komponenten des erdmagnetischen Feldes sowie noch in kleinerem Maßstab die Vektoren des horizontalen Störungsfeldes und die Zahlenwerte des vertikalen. Zur Beurteilung der Güte des Beobachtungsmaterials werden in umfangreichen Tabellen alle zu eigener Prüfung notwendigen Angaben zusammengestellt.

Der Text, der schon bei dem ersten Teil für ähnliche Untersuchungen grundlegend sein dürfte, bringt auch jetzt wieder Studien von vorbildlicher Exaktheit, so daß im ganzen durch die zweckentsprechende Ausgestaltung des ganzen Planes durch *Eschenhagen*, die vorzügliche Durchführung der Beobachtungen durch *Edler* und die rechnerische und theoretische Verarbeitung seitens des Verfassers ein Gesamtwerk geschaffen ist, wie es einem einzelnen selten gelingen wird.

Die theoretische Hauptfrage ist die, ob die Annahme eines Potentials für das Gebiet ausreichend erscheint. Sie wird bejaht, und damit zugleich auch dargetan, daß nirgends vertikale elektrische Ströme in einem solchen Maße vorhanden sind, daß sie als reell zu betrachten sind; soweit sie rechnerisch Wert erlangen, lassen diese sich immer noch durch die unvermeidlichen Beobachtungsfehler und die für eine Aufnahme I. Ordnung vorzuschreibende Maschenbreite des Beobachtungsnetzes erklären. Dies gilt auch insbesondere für das große Störungsgebiet in West- und Ostpreußen. Bemerkt sei auch, daß an Hand der beiderseitig gegebenen Formeln der Verteilung der Elemente die Güte des Anschlusses an die magnetischen Aufnahmen der Nachbarländer untersucht wird, sie ist, namentlich in bezug auf Frankreich und Österreich-Ungarn eine sehr befriedigende.

A. Nippoldt, Potsdam.

**Ule, W., Das Deutsche Reich.** Eine geographische Landeskunde. Leipzig, Fr. Brandstetter, 1915. XI, 547 S., 30 Bildertafeln, 9 farbige Kartenbeilagen und 59 Karten und Zeichnungen im Text. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 11.25.

Seit *Pencks* großer Darstellung in Bd. I, 1 von *A. Kirchhoffs* Länderkunde von Europa (Prag und Leip-

zig 1886) haben wir keine umfangreichere Darstellung der Landeskunde unseres Vaterlandes auf modernwissenschaftlicher Grundlage erhalten. Die, jede in ihrer Art, trefflichen Darstellungen von *J. Partsch* (1904), *A. Philippson* (1906), *A. Hettner* (1907) und *L. Neumann* (1908) sind nur Teile größerer Werke und haben nicht den ausschließlichen Zweck, nur Deutschland zu schildern. *G. Brauns* für Ende Sommer 1914 angekündigt gewesene und nach dem Prospekt vielversprechende Darstellung Deutschlands hat leider der Weltkrieg vorerst am Erscheinen verhindert.

So kann man wohl sagen: nach einer neuen, auf der Grundlage eigener Anschauung und dem Studium der seit *Pencks* Werk außerordentlich vermehrten Literatur und mit verbesserter Methodik aufgebauten neuen Darstellung Deutschlands besteht ein erklärliches Verlangen.

Für ein größeres Publikum, welches in leicht fließendem Stil geschriebenes, auf wissenschaftlicher Grundlage beruhendes, aber doch nicht allzu sehr mit fachwissenschaftlichem Beiwerk und zu zahlreichen Fußnoten belastetes Buch über Deutschland wünscht, dürfte *Ule* das Richtige getroffen haben. Aber auch der Fachmann wie der Studierende der Geographie wird sich gern von ihm führen lassen und überall die landeskundlichen Zusammenhänge berücksichtigt und in klarer Weise herausgearbeitet finden. Die beigegebenen, meist trefflich ausgewählten und durch ausgiebige sachkundige Unterschriften erklärten *Bilder* sowie die in der kartographischen Anstalt von *Wagner & Debes* technisch sorgsam hergestellten *Karten* tun das Ihrige, um den Zweck des ganzen Werkes erreichen zu helfen.

Einem solchen, als *Ganzes* zu wertenden Buche gegenüber wäre es kleinlich und würde ein Verkennen der niemals völlig zu überwindenden Schwierigkeiten eines solchen Werkes bedeuten; wollte Referent kleinere ihm aufgefallene Ungenauigkeiten oder etwaige Schiefheiten des Ausdruckes in Einzelfällen kritisieren. Nur darauf sei hingewiesen, daß die bibliographische Genauigkeit der jedem Kapitel angefügten Literaturnachweise eine größere sein könnte. Auch würde bei der außerordentlich sparsamen Verwendung unterscheidender Drucklettern des Textes die Übersicht des im zweiten Teil mit vollem Recht bis in die kleineren Landschaftseinheiten gegliederten Buches erheblich gewonnen haben, wenn die Seitenüberschriften mehr dem jeweiligen Seitentext angepaßt worden wären.

Die Gliederung des Buches in: 1. *Das Deutsche Reich im allgemeinen* und 2. *Die deutschen Landschaften*, die methodisch gegeben sind, hat zu einer räumlich ungleichen Verteilung des Materials geführt. Auf den ersten allgemeinen Teil entfallen: 160 S., auf den zweiten besonderen Abschnitt: 365 S.

In der *allgemeinen* Landeskunde werden nacheinander behandelt: Bodengestalt, Bodenbau, Gewässer, Klima, Pflanzen- und Tierwelt, Bewohner. Ob die Anordnung und inhaltliche Stofferfüllung der einzelnen Kapitel des letzten Abschnittes über die Bewohner von den Fachkollegen rückhaltlos gebilligt werden wird, mag dahingestellt bleiben.

Die Darstellung des zweiten großen Abschnittes über die deutschen *Landschaften* beginnt im Süden mit den Alpen- und Voralpengebieten und dringt über das südwestdeutsche Gebirgsland und Mitteldeutschland schildernd und erklärend nach Norddeutschland

vor. Die weitere Untergruppierung schließt sich mit Recht an die großen Züge des Bodenbaues an.

Alles in allem wird man dem Verfasser gerne zugestehen können, daß ihm die keineswegs leichte Kunst der klaren und präzisen Landschaftsschilderung durchweg gut geglückt ist.

*Max Friederichsen, Greifswald.*

**Lampe, F., Große Geographen. Bilder aus der Geschichte der Erdkunde.** Leipzig, B. G. Teubner, 1915. 287 S. u. 16 Abb. Preis geb. M. 4,—.

Als einen neuen Band aus der Prof. Dr. Bastian Schmidtschen Bibliothek für reifere Schüler, Studierende und Naturfreunde veröffentlicht der als Schulgeograph bestens bekannte Verfasser in vorliegendem Bande einen auf gründlichen wissenschaftlichen Studien ruhenden, kurz und treffsicher charakterisierenden, dabei ansprechend geschriebenen Abriß des Wichtigsten aus der Geschichte der Erdkunde und ihrer großen Führer und Helden. Trotz Kriegsnot ringsum insofern sicher ein nützliches Beginnen, als man in weiten Kreisen schon jetzt und mehr noch nach dem Kriege die hohe Bedeutung *geographischer* Bildung immer deutlicher erkennen wird! Es ist das Ziel des Verfassers gewesen, für breite Leserkreise eine Auswahl des Wesentlichen zu treffen und die Tatsachen um bedeutende Persönlichkeiten zu gruppieren, dabei das Ganze in den Gang menschlicher Kulturgeschichte kausal zu verflechten. Dies Ziel ist auf Grund der ungewöhnlichen Belesenheit *Lampes* auf dem Gebiete erdkundlicher Literatur bestens erreicht. Das Buch wird auch Studierenden der Erdkunde zur Einführung in das in Hochschulvorlesungen meist zu wenig berücksichtigte Kapitel der Geschichte unserer Wissenschaft gute Dienste leisten können.

Unter den ausgewählten Größen geographischer Forschung berührt die nachdrückliche Würdigung des wenig bekannten, aber doch so verdienstvollen *Bernhard Varen* besonders erfreulich. *S. Günthers* ausführliche Monographie über diesen, seiner Zeit erheblich vorausgeeilten Geist gab dafür eine sichere Grundlage. Bei *Lampe* als begeistertem *Richthofenschüler* ist das nachdrückliche und verständnisvolle Eintreten für *Ferd. Freiherrn von Richthofen* ebenso wohl verständlich, wie sachlich voll begründet. Unter der großen Zahl anderer führender Geister oder bahnbrechender geographischer Forscher werden aus Altertum, Mittelalter und Neuzeit alle wirklich bedeutungsvollen an ihrer Stelle und im Rahmen ihrer Zeit gebührend gewürdigt und geschildert.

*Max Friederichsen, Greifswald.*

## Kleine Mitteilungen.

Der als *Fieber* bezeichnete pathologische Zustand ist außer der Temperaturerhöhung und vermehrten Wärmebildung noch durch gewisse Stoffwechselanomalien ausgezeichnet, unter denen die vermehrte Zersetzung von Eiweiß und die damit verbundene erhöhte Ausscheidung von Stickstoffverbindungen im Harne wohl am auffälligsten ist. Seitdem schon vor langem gezeigt worden ist, daß die Verletzung einer gewissen Partie des Mittelhirnes (Wärmezentrum) von einer mehrtägigen Temperaturerhöhung bei erhöhter Eiweißzersetzung begleitet ist, war man geneigt, das

Fieber auf nervöse Einflüsse zurückzuführen. In einigen soeben erschienenen Arbeiten zeigt nun *G. Mansfeld* mit seinen Mitarbeitern, daß das isolierte und überlebende Herz von Kaninchen, bei denen durch Verletzung der erwähnten Hirnpartie künstlich Fieber hervorgerufen wurde, mehr Kohlehydrate (Zucker) verbraucht als das überlebende Herz normaler Tiere. Das Herz normaler Tiere verbraucht, wie sich als Mittelwert einer sehr großen Anzahl von Versuchen ergab, 2,2 mg Zucker pro Gramm und Stunde, jenes fiebernder Tiere 3,7 mg. Es bleibt also der durch die Reizung des Nervensystems gesetzte Zustand auch nach Loslösung vom Nervensystem bestehen, die Bedingungen hierzu müssen in den Zellen selbst liegen und wahrscheinlich durch chemische Stoffe unterhalten werden. In einer anderen Versuchsreihe wird nun gezeigt, daß bei fiebernden Tieren, denen die Schilddrüse entfernt wurde, keine vermehrte Eiweißzersetzung und Wärmebildung eintritt (wenn es auch infolge verminderter Wärmeabgabe zu einer Erhöhung der Körpertemperatur kommt). Die Bedingungen für das Auftreten von Fieber wären also an die Tätigkeit der Schilddrüse geknüpft, die teilweise durch das Nervensystem beeinflusst werden kann. Die Schilddrüse sonder unter den Einflüssen, die Fieber bewirken (Wärmestich, bakterielle Infektionen), Stoffe in das Blut ab, die den Chemismus der Körperzellen derart verändern, daß es zu vermehrter Eiweißzersetzung, vermehrtem Zuckerverbrauch und erhöhter Wärmebildung in diesen kommt. (*Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.* Bd. 161, 1915.) *J. M.*

In seiner Studie „*Goethes Anteil an der Lehre von der Aphasie*“ (ref. diese Zeitschrift 1914, Heft 10, S. 237) hat *Ebstein* die Schilderung *Goethes* in Wilhelm Meisters Lehrjahren (7. Buch, 6. Kap.), welche das Zusammentreffen eines rechtsseitigen Schlaganfalls mit Sprachstörung erwähnt, und auf die erstmalig von *Bryk* hingewiesen worden ist, ihrer Entstehung nach (mit *Möbius*) auf *Goethes* Beobachtung der Erkrankung seines Großvaters *Textor* zurückgeführt und eine zweite Stelle in Wilhelm Meisters Wanderjahren (3. Buch, 13. Kap.) bezeichnet, an welcher ebenfalls von einer Hemiplegie mit Sprachstörung die Rede ist. Da der erstere Passus 1796 geschrieben ist (der zweite 1829), so würde *Goethe* die Priorität bezüglich der Feststellung des gedachten Zusammenhanges, insofern dieser nach *Trousseau* wissenschaftlich erst 1800 von *Dax* aufgefunden worden sein sollte. *Ebstein* hat nun nach einer weiteren Bearbeitung der Frage neuerdings ermittelt (*Ebstein, E.*, Das Valsalva-Morgagnische Gesetz. Ein Beitrag zur Vorgeschichte der Aphasie. Separatabdruck aus der *Deutschen Zeitschrift für Nervenheilkunde* Bd. LIII.), daß schon der Anatom *Morgagni* (1682—1771) in zwei Fällen Lähmung der Sprache, verbunden mit rechtsseitiger Hemiplegie beschrieben hat. *Morgagni* hat auch ausgesprochen, daß bei der Apoplexie der Herd im Gehirn meistens auf der der Lähmung entgegengesetzten Seite sich befindet und hat betont, daß die Erkennung dieses gesetzmäßigen Zusammenhanges auf seinen Lehrer *Valsalva* zurückgeht (1666 bis 1723), wengleich dieses Verhalten schon von anderen gelegentlich bemerkt worden sei. Hierbei ist von Interesse, daß *Morgagni* sich der Anerkennung der Entdeckung *Pourfour du Petits* (1710) von der kontralateralen Innervation auf Grund der Pyramidenkreuzung verschlossen hatte. Daß Hirnverletzungen

auf der entgegengesetzten Körperseite Erscheinungen verursachen können, hatte bereits *Hippokrates* beobachtet. „Herdssymptome“ bei Hirnschädelverletzungen, insbesondere Sprachstörungen nach solchen, waren wahrscheinlich auch *Paracelsus* bekannt.

*E. J.*

In bezug auf die von einigen Beobachtern bei manchen niederen Rassen, z. B. bei samoanischen oder Kanakenweibern angetroffene **Überstreckbarkeit des Unterarms im Ellbogengelenk** teilt *E. Ebstein* mit (*Die Hyperextension im Ellbogengelenk*. Rassenmerkmal oder Anpassung? *Zeitschrift für Sexualwissenschaft*, II. Band, 4. Heft, 1915), daß er die gleiche Abnormität seit einer Reihe von Jahren bei Gelegenheit klinischer Beobachtungen bei uns zu Lande nicht selten vorgefunden habe. Da bei uns diejenigen Bewegungen wegfallen, auf welche dieses Verhalten als Anpassungsergebnis zurückgeführt wurde, besonders das beständige Sichaufrichten auf den Boden beim Sitzen, so ist anzunehmen, daß es sich hierbei um ein Degenerationszeichen auf Grund eines „Atavismus“ handelt. Abnorme Schläffheit und Dehnbarkeit der Gelenkkapseln und -bänder ist vom Verfasser bereits früher als Ausdruck degenerativer Zustände erkannt und beschrieben worden („Zur Lehre von den Degenerationszeichen an den Händen, die Überstreckungsfähigkeit in den Finger- und anderen Gelenken“, *Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde* Bd. 47/48). Das Zeichen tritt demnach auch erblich auf. Hieraus erklärt sich ebenso die familienweise erscheinende Anlage zur akrobatischen Gymnastik, auf welche Referent bei Gelegenheit seiner Erörterung über die „Agilität“ im allgemeinen (*Psychiatrisch-Neurologische Wochenschrift* 1911, Nr. 28—30) mit hingewiesen hat.

*E. J.*

Daß manche Ergebnisse, zu welchen die neuere systematische Forschung über die **Psychologie und Psychopathologie des Genies** gelangt ist, bereits zu früherer Zeit erkannt oder gemutmaßt waren, ist aus mancherlei Bemerkungen zu entnehmen, welche aufmerksame Autoren mitunter bei Gelegenheit von Schriften verschiedener Art oder bei sonstigen Anlässen niedergelegt haben. Eine hierhergehörige besonders interessante Auslassung bietet die nachfolgende Stelle, welche auf den Reverend *Harness* (1790—1869) zurückgeht (s. *L'Estrange, A. G., Rev., The literary life of The Rev. William Harness*, London, 1870). *Harness*, der selbst auch außerhalb seines Berufes als Dichter und Kritiker hervorgetreten ist und eine Reihe zeitgenössischer Künstler persönlich näher kannte, hatte sich auch eingehend mit der Person und den Werken *Shakespeares* beschäftigt und eine eigene Ausgabe der letzteren veranstaltet sowie auch eine Biographie des Dichters geschrieben. Der betreffende Text (S. 196 l. c.) lautet folgendermaßen: „Es ist möglich — und ich denke, daß es so ist —, daß Menschen, die mit jenem besonderen Naturell geboren sind, das man Genie nennt, und wodurch sie für die Werke der Kunst sehr eindrucksfähig geschaffen sind, vor ihren Mitmenschen durch eine seltene Verfeinerung und triebartige Empfindungsfähigkeit ihres Wesens ausgezeichnet sind. Dies ist eine gefährliche Gabe für sie. Denn ihre Aufnahmefähigkeit für die Unlust überwiegt bei weitem ihre Zugänglichkeit für den Genuß, und man kann sogar sehr zweifeln, ob jenen wenigen, die das Genie besitzen, ein auch nur etwas nennenswertes Genügen an den Ergebnissen



ihres heißen Verlangens vergönnt ist. Ihr Streben dient lediglich dazu, ihre Wesensart, anstatt sie zu stählen, verwundbarer zu machen, Empfindungen zu wecken, die unterdrückt werden sollten, Trugbilder von Glück hervorzurufen, die niemals verwirklicht, Gefühle zu nähren, die niemals erwidert werden können, ihr Herz für das Toben eines Schmerzes zugänglich zu machen, der niemals Tröstung finden kann. Inwieweit es zu wünschen ist, daß inmitten unserer rauhen, kampfgeübten, rastlos tätigen Welt diese Anlage des Naturells unter uns sich weiter verbreiten möge, überlasse ich anderen zu entscheiden.“ Wie aus der Stelle selbst hervorgeht, spricht *Harness* hier nur von der Genialität der Künstler im besonderen. Es ist ihm also die funktionelle und abnorme Überempfindlichkeit, das oft ungemein lange Nachschwingen der psychischen Eindrücke, die Neigung zu Gemütsdepressionen und unverhältnismäßigen Erwartungen, die innere Unruhe und die relative Untauglichkeit für das Alltagsleben, Eigenschaften, welche manche der hierhergehörigen Hochbegabten gezeigt haben, an solchen nicht verborgen geblieben. *E. J.*

## Zeitschriftenschau.

(Selbstanzeigen.)

### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. August 1915.

*Über normale und anomale Dispersion im langwelligen Spektrum; von H. Rubens.* Das Reflexionsvermögen von 19 chemisch wohldefinierten festen Körpern und 6 Flüssigkeiten wurde in dem langwelligen Spektralgebiet zwischen  $20\ \mu$  und  $300\ \mu$  mit Hilfe der Reststrahlen- und Quarzlinienmethode untersucht, und die Ergebnisse dieser Messung mit dem Reflexionsvermögen verglichen, welches sich aus den Dielektrizitätskonstanten der Stoffe für unendlich lange Wellen berechnet. Bei allen festen Körpern stimmten die für die längsten Wellen des ultraroten Spektrums beobachteten Werte des Reflexionsvermögens mit den aus der Dielektrizitätskonstante nach der Maxwell'schen Formel berechneten gut überein. Die großen Abweichungen, welche sich bei den Flüssigkeiten ergaben, wurden auf Grund der Debijeschen Theorie der molekularen Dipole erklärt, und diese Theorie durch weitere Versuche über die Änderung des Reflexionsvermögens mit der Temperatur geprüft und bestätigt.

*Die Entstehung von Wellenbewegungen durch Impulse, namentlich mit Bezug auf Raumgitterwirkungen durch Röntgenstrahlen; von L. Zehnder.* Analog mit einem vielfachen Echo muß an vielen parallelen Flächen oder, nach Auflösung dieser in Flächenelemente, an den parallelen Netzebenen des hierbei entstandenen Kristallmodells durch vielfache Reflexionen ein Impuls in einen Wellenzug verwandelt werden, aus dessen Wellenlänge man den Abstand jener Netzebenen berechnen kann. Bei den von Laueschen Raumgitterwirkungen der Kristalle, wenn sie von Röntgenstrahlen durchsetzt werden, ist dies zu berücksichtigen. Mit kurzen Lichtimpulsen lassen sich offenbar hiernach Lichtwellen beliebig großer Wellenlängen herstellen und mit gleichlangen elektrischen Wellen vergleichen.

*Über die selektive und normale Lichtelektrizität des K; von D. Wiedemann.* Die in einer früheren Arbeit mitgeteilten Versuche über die Abnahme der lichtelektrischen Empfindlichkeit des K bei fortschreitender Entgasung des Metalls werden unter Verbesserung und

Erweiterung der Versuchsanordnung wiederholt. In Übereinstimmung mit den früheren Ergebnissen wird gefunden, daß die Empfindlichkeit mehrfach destillierten und sorgfältig entgastem K für die Wellenlänge  $\lambda = 436\ \mu$  unter 1 % derjenigen des auf die übliche Weise filtrierten K herabsinkt. Die selektive Wirkung bei  $\lambda = 436\ \mu$  der gewöhnlichen Zellen ist bei Zellen mit mehrfach destilliertem K nicht mehr vorhanden. Geht jedoch durch letztere Zellen eine Zeit lang ein schwacher Entladungsstrom, so tritt die selektive Wirkung auf. Ferner ist es gelungen, Zellen mit mehrfach filtriertem, sorgfältig entgastem K herzustellen, die keine selektive Wirkung zeigen, was beweist, daß die selektive Wirkung nicht etwa Verunreinigungen, sondern dem Gasgehalt des Metalls zuzuschreiben ist.

*Zur Ableitung des Nernstschen Theorems; von M. Polanyi.* Anlaßlich einer brieflich geführten Debatte mit *Einstein* wird in gemeinsamem Einvernehmen festgestellt: 1. daß der Autor bei seiner Ableitung des Nernstschen Theorems an der Annahme des Gleichgewichtes zur Umgebung bis  $T=0$  festhält; 2. auf Grund der neuen Theorien von *Einstein* ist dies für hochverdünnte Systeme unstatthaft, sonst hält *Einstein* diese Annahme teils für evident, teils für prinzipiell nicht notwendig. Der Autor sucht zu beweisen, daß die Annahme des Gleichgewichtes überall notwendig ist, wo Zustandsänderungen mit bestimmter Änderung der freien Energie ablaufen.

*Über die Erscheinungen, die bei der Beleuchtung von Rändern mit Röntgenstrahlen entstehen; von J. Laub.* Resultate, die einen weiteren Anhaltspunkt zu geben scheinen, daß tatsächlich bei der Beleuchtung von Rändern und Oberflächen mit Röntgenlicht beugungsartige Erscheinungen entstehen, die mit der molekularen Struktur zusammenhängen. Eine genaue Beschreibung der verschiedenen Versuchsanordnungen mit Angabe der Zahlen und womöglich auch einiger Originalaufnahmen, ferner die Deutung und Diskussion der Ergebnisse soll an anderer Stelle erscheinen.

### Geographische Zeitschrift; Heft 8, August 1915.

*Die Formen der Tieflandsflüsse; von W. Behrmann.* Nachdem kurz der Einfluß erörtert ist, der vom Oberlauf eines Flusses und von der Mündung her auf die Formen der Tieflandsflüsse ausgeübt wird, werden diese Formen eingeteilt 1. in die Zone der Verwilderung oder Akkumulation, 2. in die Zone der Seitenerosion oder der Mäander und 3. in die Zone der Stagnation oder der Flußspaltungen. Besonders auf die Mäander wird eingegangen, indem ein Bild der Verteilung von Stromstrich, Wirbeln und Sandbänken in einem normalen Mäander gegeben wird. Die Hochwasser bilden in der ersten Zone das Strombett, in der zweiten aber die Flußdämme, während in ihr das seitliche Verschieben des Strombettes vornehmlich zur Zeit des Niedrigwassers eintritt.

*Süd-China nach Ferd. von Richthofen; von Max Friederichsen<sup>1)</sup>.* Die Darstellung zerfällt in: eine allgemeine länderkundliche Charakteristik von Nord- und Süd-China; 2. das südwestliche China (besonders das Rote Becken von Sz'tshwan); 3. das südöstliche China. Die hier einem größeren Leserkreise mündgerecht gemachten Darstellungen des berühmten Chinaforschers dürften heute, in einer Zeit politisch neu belebten Interesses für China, auf erhöhtes Verständnis stoßen.

<sup>1)</sup> Nach den hinterlassenen Manuskripten herausgegeben von *E. Tiessen*, Berlin 1912, D. Reimer. Dazu *Atlas von China*, Bd. II: Das südliche China. Bearbeitet von Dr. *M. Groll*. Berlin, D. Reimer, o. J.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 41.

8. Oktober 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Entwicklung der Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle im Deutschen Reiche. Von *Dr. H. Kutteneuler, Elberfeld.* (Schluß.) S. 521.

Bastardierung beim Menschen. Von *H. Fehlinger, München.* S. 524.

### Besprechungen:

Bolk, L., Odontologische Studien. Von *Wilhelm Leche.* S. 526.

Findlay, Alexander, Der osmotische Druck. Von *Werner Mecklenburg.* S. 530.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):  
Biochemische Zeitschrift. S. 532.

## Projektions-Apparate Liesegang

Man verlange  
Listen!



Neu!

Hochkerziges

Neu!

## GLOBOSCOP

entwirft scharfe, helle Lichtbilder nach jedem Papierbild. An jede elektrische Lichtleitung anzuschließen.

Proj.-Apparate für Halbwattlampen!

Lichtbilder vom Kriegsschauplatz!

**Ed. Liesegang, Düsseldorf**

Brieffach 124

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 8 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

# ZEISS PUNKTAL-GLÄSER

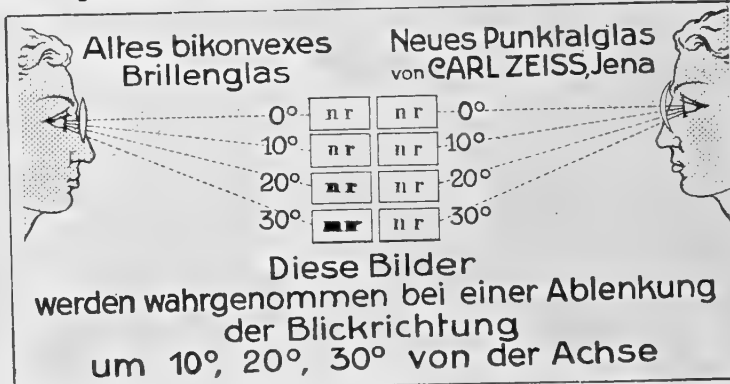
Neue punktuell abbildende Brillengläser

**Korrektions-  
brillengläser**

für Kurz- u.  
Weitsichtige

**Deutliche  
Abbildung**

bei jeder Blick-  
richtung von der  
Mitte bis zum  
Rand des Glases



**Wesentlich  
grösseres  
Blickfeld**

als bei den ge-  
wöhnlichen  
Brillengläsern

**Ausnutzung**

der  
**natürlichen  
Beweglichkeit  
des Auges**

Der Träger von Zeiss-Punktalgläsern orientiert sich in der Umgebung ebenso wie der Normalsichtige durch das Blicken. Die Beweglichkeit seiner Augen wird nicht eingeschränkt wie es bei den alten Brillengläsern der Fall ist, die den Brillenträger beim Fixieren oben, unten oder seitlich gelegener Objekte zu Kopfwendungen nötigen.

**Brillen mit Punktalgläsern sind daher ohne Mechanismus auch als Schiebbrillen verwendbar**

Zeiss - Punktal - Gläser  
sind nur durch Optiker  
zu beziehen

Berlin  
Hamburg



Wien  
Buenos  
Aires

Prospekt Opto 49  
kostenfrei

Verlag von Julius Springer in Berlin

Elfte, verbesserte Auflage der

## Nährwerttafel

Gehalt der Nahrungsmittel an ausnutzbaren Nährstoffen, ihr Kalorienwert und Nährgeldwert, sowie der Nährstoffbedarf des Menschen

Graphisch dargestellt

Von

**Dr. J. König**

Geh. Reg.-Rat, o. Professor an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster i. W.

Preis M. 1.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

8. Oktober 1915.

Heft 41.

## Die Entwicklung der Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle im Deutschen Reiche.

Von Dr. H. Kutteneuler, Elberfeld.

(Schluß.)

Bei Erlaß des Nahrungsmittelgesetzes bestanden im Deutschen Reiche etwa 30 Ämter, die im Auftrage von Behörden und besonders der oben erwähnten Vereine Lebensmitteluntersuchungen ausführten. Als älteste derartige Anstalt kann wohl die in Hof 1869 gegründete gelten; 1870 trat in Dresden die „Königliche Chemische Zentralstelle für öffentliche Gesundheitspflege“ ins Leben, die neben den durch die Theorien Pettenkofer's über das Auftreten von Epidemien veranlaßten Untersuchungen von Boden, Wasser, Grundwasser, Luft auch vereinzelte Lebensmitteluntersuchungen vornahm; 1872 in Bremen das amtliche Chemische Laboratorium der Sanitätsbehörde; 1873 in Stuttgart das städtische Untersuchungsamt; 1877 in Hannover ein von dem oben erwähnten Verein gegen die Fälscher gegründetes Laboratorium, das 1879 in städtischen Besitz überging; 1878 in Magdeburg ein von dem dortigen Verein für öffentliche Gesundheitspflege begründetes Laboratorium. In Erlangen wurde bereits 1874 von seiten der Stadt eine regelmäßige Lebensmittelkontrolle eingerichtet. Die Zahl solcher Ämter stieg bis 1882 auf etwa 70, die größtenteils durch Verträge der Städte mit Privatchemikern begründet wurden. Nach einer 1890 erschienenen Festschrift: „Deutsches Gesundheitswesen“ waren öffentliche Untersuchungsämter im Sinne des § 17 des Nahrungsmittelgesetzes, also staatlich anerkannte, von preußischen Gemeinden nur in Breslau, Kiel, Elberfeld, Altona, Cöln, Hannover, Wiesbaden eingerichtet worden. Selbstverständlich konnten diese immerhin vereinzelt Ämter keine allgemeine und durchgreifende Lebensmittelkontrolle durchführen, sondern bewirkten, daß die Fälscher ihre Produkte in solche Gegenden warfen, wo keine strenge Kontrolle bestand, so daß Forster noch nach 1900 bei der ambulanten Kontrolle auf dem flachen Lande fast die fünffache Zahl von Bemängelungen auf 1000 Einwohner hatte als in den Städten. Um einen kurzen Überblick über die weitere Entwicklung der Organisation zu gewinnen, genügt es im wesentlichen, die drei Bundesstaaten Preußen, Bayern, Sachsen heranzuziehen, um so mehr, als jeder dieser Staaten hauptsächlich einen der drei gangbaren Wege beschritten hat, so daß die Kontrolle in Bayern vornehmlich durch staatliche, in Sachsen durch private

und in Preußen durch kommunale Anstalten ausgeübt wird.

Zuerst von den drei Bundesstaaten suchte Bayern eine geregelte Kontrolle durchzuführen, indem es durch Königliche Verordnung vom 27. Januar und 2. Februar 1884 an die drei Universitäten zu München, Erlangen, Würzburg und die Versuchsstation zu Speyer Untersuchungsstellen anschloß und ihnen Berechtigung gab, mit den einzelnen Gemeinden Verträge über die Ausführung von Lebensmitteluntersuchungen abzuschließen. Dieser Anschluß der Untersuchungsanstalten an die Universitäten war auch insoweit vorteilhaft, als dadurch eine wissenschaftliche Weiterentwicklung der Nahrungsmittelchemie und eine praktische Ausbildung des Sachverständigennachwuchses gewährleistet wurde. Allerdings ging der Abschluß mit den einzelnen Gemeinden und die Durchführung einer geregelten ambulanten Kontrolle recht langsam vonstatten, so daß 1886 bei der Untersuchungsanstalt in München erst etwa 600 Proben für eine Bevölkerung von  $2\frac{1}{2}$  Millionen zur Untersuchung kamen. Später haben noch einige größere Städte Bayerns, Fürth, Nürnberg, Regensburg eigene Untersuchungsanstalten gegründet.

In weitem Abstände folgte Sachsen diesem Beispiele. Noch im Jahre 1899 kam in Leipzig auf je 1000 Einwohner knapp eine Nahrungsmitteluntersuchung. Um dem abzuhelpen, setzte sich die Regierung mit dem „Verein öffentlicher analytischer Chemiker Sachsens“ in Verbindung und schloß mit 16 Inhabern von Privatlaboratorien einen Vertrag gültig ab 1. Oktober 1901, wodurch diesen neben den beiden staatlichen Anstalten in Dresden und Leipzig die Kontrolle in den einzelnen Städten und Kreishauptmannschaften übertragen wurde; die Städte Dresden, Leipzig und Chemnitz haben außerdem eigene kommunale Anstalten. Nach obigem Verträge sollen die Proben — auf je 1000 Einwohner mindestens 30 — von den Chemikern selbst entnommen werden; die jährliche Pauschgebühr beträgt 5 Pf. für den Kopf der Bevölkerung, so daß auf die einzelne Probe etwa 1.65 M. entfällt. Daß hierfür keine eingehende Untersuchung möglich ist, ist klar, und das ist um so bedenklicher, als die Fälschungen mit dem Fortschreiten der Wissenschaft immer raffinierter werden, so daß sie meist nur durch umfangreiche Untersuchungen festgestellt werden können.

In Württemberg, wo das städtische Untersuchungsamt zu Stuttgart bereits seit 1873 bestand, wurde durch ministerielle Verordnung vom 31. Januar 1898 den Behörden das Hygienische

Laboratorium des Königlichen Medizinalkollegiums zur Verfügung gestellt. In Baden wurde am 8. Juni 1888 die Großherzogliche Lebensmittelprüfungsstation der Technischen Hochschule in Karlsruhe ins Leben gerufen, die die seit 1877 im Chemischen Laboratorium des Großherzoglichen Polytechnikums ausgeführten Lebensmitteluntersuchungen übernahm.

In dem größten Bundesstaate, Preußen, hatte die Lebensmittelkontrolle eine äußerst langsame Entwicklung. Zwar bestanden 1879 schon 12 Ämter, darunter allerdings 7 private, und es wuchs die Zahl auch langsam an, wobei der Hauptanteil wieder auf die privaten entfiel, bis vom Jahre 1903 ab, als die Auslandsfleischbeschau in Kraft trat, eine schnellere Zunahme eintrat, die vor allem auf die staatlichen und kommunalen Ämter entfällt. Bezeichnend ist, daß in Berlin 1896 die erste amtliche Anstalt, und zwar von der Landwirtschaftskammer für die Provinz Brandenburg gegründet wurde, der am 1. April 1901 die Untersuchungsanstalt des Königlichen Polizeipräsidiums folgte. Nach König und Juckenack<sup>1)</sup> betrug 1907 die Gesamtzahl der mit der regelmäßigen amtlichen Nahrungsmittelkontrolle beschäftigten Laboratorien im Reiche 174 und in Preußen 111, von denen aber eine große Anzahl nicht als öffentlich im Sinne des § 17 des Nahrungsmittelgesetzes anerkannt waren, so daß sie teils kaum in Betracht kamen.

Eine kurze Übersicht über die Zunahme der Ämter im Reiche und in Preußen sowie die Entwicklung der Kontrolle gibt folgende Zusammenstellung:

Zahl der Untersuchungsanstalten:

Jahr	Staatliche	Kommunale	An landwirtsch. Versuchsstationen	Private	Zusammen
in Preußen					
1879	3	1	1	7	12
1882	4	3	9	18	34
1903	5	10	7	31	53
1908	9	45	11	6	71
im Deutschen Reiche					
1879	8	2	2	18	30
1882	4	4	10	36	64
1903	19	22	9	55	105
1908	26	69	12	25	130

In den letzten Jahren sind nur noch wenige Ämter hinzugekommen, dagegen sind vor allem in Preußen noch weitere private Anstalten in kommunalen Besitz übergegangen.

Für das Reich berechnet entfiel eine Nahrungsmitteluntersuchung

im Jahre	1903	1904	1905	1906	1907	1908
auf je	189	173	150	141	130	114

<sup>1)</sup> „Die Anstalten zur technischen Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln usw.“ Berlin 1907.

Personen, wobei sich allerdings bei den einzelnen Bundesstaaten außerordentliche Unterschiede zeigen. So kam im Jahre 1908 eine Untersuchung in

Preußen	. . . . .	auf 231 Personen
Bayern	. . . . .	43 „
Sachsen	. . . . .	36 „
Württemberg	. . . . .	240 „
Baden	. . . . .	138 „
Lübeck	. . . . .	630 „
Bremen	. . . . .	332 „
Hamburg	. . . . .	90 „
Elsaß-Lothringen	. . . . .	341 „

Für die Nahrungsmittelchemie und -kontrolle sind ferner noch von erheblicher Bedeutung die von Interessentenverbänden zur Beratung ihrer Mitglieder ins Leben gerufenen wissenschaftlichen Anstalten. Abgesehen von den Untersuchungsämtern der Landwirtschaftskammern kommen hier noch in Betracht die Institute für Gärungsgewerbe und Stärkefabrikation sowie für Zuckerindustrie in Berlin, die Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung daselbst sowie mehrere Versuchsanstalten für Brauerei- und Molkereiwesen.

Die Entwicklung, die die Lebensmittelkontrolle in Preußen genommen hat, spiegelt sich auch in drei verschiedenen Ministerialerlassen wieder. Im ersten vom 26. Juli 1893 (!) wird darauf hingewiesen, daß die wirksame Durchführung des Nahrungsmittelgesetzes und der Ergänzungsgesetze nur durch eine größere Anzahl öffentlicher, gut eingerichteter Untersuchungsämter möglich sein wird, auf deren Einrichtung von seiten der Kommunen durch die Herren Regierungspräsidenten hingewirkt werden soll, da Staatsmittel hierfür nicht zur Verfügung gestellt werden können. In einem zweiten Erlaß vom 20. September 1905 wird festgestellt, daß die Errichtung solcher Anstalten und überhaupt die Entwicklung der Lebensmittelkontrolle nicht gleichmäßig gewesen ist. Deshalb werden bestimmte Richtlinien gegeben betreffend Probenentnahme, Anzahl der Proben, Begrenzung der Zuständigkeitsbezirke der einzelnen Anstalten und der Aufbringung der Kosten unter Hinweis auf einzelne mustergültige Lokalorganisationen. Bei diesen kommt als Durchschnittsgebühr meist etwa 6 Mark für die Probe in Ansatz, wobei für besonders umfangreiche Untersuchungen, wie Bier, Wein, Wasser, höhere Beträge berechnet werden können. In einem dritten Erlaß endlich vom 2. März 1910 wird festgestellt, daß die Organisation der Lebensmittelkontrolle mit Ausnahme vereinzelter Landesteile nunmehr gemäß den früher gegebenen Richtlinien durchgeführt ist, vor allem eine hinreichende Zahl öffentlicher Untersuchungsämter besteht, so daß von der Anerkennung neuer Anstalten als öffentlich im Sinne des § 17 des Nahrungsmittelgesetzes abgesehen werden muß. Jedoch ist auch weiterhin der Kontrolle größte Aufmerksamkeit zu widmen, wozu nochmals ganz aus-



fürliche Anweisungen betreffend Probeentnahme und Anzahl der Proben, Aufbringung der Kosten, Verfolgung der Verfehlungen und Beaufsichtigung der Anstalten gegeben werden.

Wie aus Vorstehendem hervorgeht, bietet die Organisation der Lebensmittelkontrolle in den einzelnen Bundesstaaten ein recht buntscheckiges Bild. Gleichmaßen sind die Anstellungsverhältnisse der Nahrungsmittelchemiker an den öffentlichen Untersuchungsanstalten recht verschieden, und auch hierbei marschiert Bayern an der Spitze, indem es für völlige Gleichstellung mit anderen akademischen Berufen gesorgt hat, während die Verhältnisse in Preußen und anderen Bundesstaaten durchweg noch ungeordnet oder völlig unzulänglich sind.

Was nun den bisherigen Erfolg der Nahrungsmittelkontrolle angeht, so ist es natürlich unmöglich, ihn in genauen Zahlen anzugeben. Daß sie aber doch auch zahlenmäßige Erfolge gehabt hat, möge aus einigen Beispielen erhellen. Im Anfang der ambulanten Kontrolle in Bayern, Ende der 80er Jahre, mußten daselbst 50—60 % der Butterproben beanstandet werden, 1892 waren es noch 6,3 % und um 1900 etwa 2—4 %. Entsprechend sanken die Verfälschungen des Schweineschmalzes von etwa 55 % der Proben bis fast auf Null. In Crefeld waren um 1875 noch 85 % aller verkauften Milch gewässert, und 1899, als Chemnitz noch keine amtliche Milchkontrolle hatte, stellte *Trübsbach* fest, daß etwa 70 % der zum Verkauf gelangenden Milch verfälscht oder minderwertig war, woraus er bei einem Jahresverbrauch von 18 Millionen Liter für die Stadt eine finanzielle Schädigung von 509 000 M. berechnete. In Elberfeld stieg der Durchschnittsfettgehalt der Milch durch die scharfe Kontrolle innerhalb zweier Jahre um 0,15 %, wodurch die Bevölkerung der Stadt einen jährlichen Nutzen von über 150 000 M. hat; für Dresden wird der so erzielte Mehrwert der Milch bei einem Verbrauch von 50—60 Millionen Liter auf 1 Million Mark geschätzt. Welche Summen so den Milchverbrauchern gewonnen werden können, erhellt daraus, daß etwa 40 % der auf 21 Milliarden Liter geschätzten jährlichen Erzeugung von Milch als solche in den Handel kommt. Beachtlich ist, daß überhaupt diesem wichtigsten Nahrungsmittel erst allmählich die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt wurde. So kamen 1898 in den bayerischen Untersuchungsanstalten neben 9442 Gewürzproben mit 5,1 % Beanstandungen nur 3445 Milchproben mit 9,1 % Beanstandungen zur Untersuchung. Von letzteren wurde aber keine wegen Schmutzgehalt beanstandet, während heute in der richtigen Erwägung, daß eine verschmutzte Milch gesundheitlich viel bedenklicher ist als eine verfälschte, die Prüfung auf Verschmutzung allenthalben zu zahlreichen Beanstandungen führt. Wie segensreich die seit 1910 eingeführte Kontrolle der aus dem Auslande eingeführten Butter gewirkt hat, geht aus der Feststellung hervor,

daß bei der holländischen Butter der Prozentsatz der verfälschten und verdächtigen Butter 1905 95 %, 1909 65 % und 1910 noch 6 % betrug. Die Buttereinfuhr betrug insgesamt:

Jahr	Tonnen	im Werte von Mark	aus Holland Tonnen	aus Rußland Tonnen
1910	42 101	91 968 000	16 167	16 837
1911	56 073	129 197 000	13 460	29 828
1912	55 553	126 345 000	18 231	29 312
1913	54 239	118 704 000	18 455	32 087

Die Bedeutung der chemischen Auslandsfleischschau erhellt aus folgenden Zahlen. Eingeführt wurden

Jahr	dz	davon freiwillig zurückgezogen	beanstandet	
		dz	dz	%
Zubereitetes Fleisch				
1910	52 720	69	1 040	1,98
1911	59 429	180	807	1,36
1912	81 187	18	1 060	1,31
Zubereitetes Fett				
1910	1 102 514	2 338	6 620	0,60
1911	1 439 325	5 617	6 790	0,47
1912	1 573 169	7 159	7 458	0,48

Weniger ein Bild der günstigen Wirkung der Kontrolle, als ihrer Intensität bietet die Zahl der wegen Verfälschung von Nahrungs- und Genußmitteln verurteilten Personen. Sie betrug:

1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909
3091	3024	3145	3260	3400	4055	4098

Personen oder auf je 100 000 strafmündige Personen der Zivilbevölkerung

1898	1899	1900	1901	1902	1903
4,0	4,1	4,8	4,9	8,2	7,6
1904	1905	1906	1907	1908	1909
7,3	7,5	7,6	7,8	9,2	9,1

Personen. Die sprunghaften Erhöhungen in den Jahren 1902 und 1908 sind auf das Einsetzen einer verschärften Kontrolle in einzelnen Bundesstaaten zurückzuführen. Immerhin sinkt in den letzten Jahren in Bezirken wie Berlin, Königreich Sachsen, Industriebezirk von Rheinland und Westfalen, in denen schon länger eine scharfe umfassende Kontrolle gehandhabt wird, die Verhältniszahl der wegen Vergehens gegen die Lebensmittelgesetze Verurteilten zur strafmündigen Bevölkerung, während sie in anderen Bezirken, wie den Hansastädten, schon eine gewisse unterste Grenze erreicht hat, da ja ein völliges Verschwinden derartiger Vergehen überhaupt unerreichbar ist. Deutlicher macht sich der Erfolg der Kontrolle bei den einzelnen Lebensmitteln hauptsächlich im Verschwinden der groben Verfälschungen bemerkbar. So sind abgesehen von den

früher erwähnten auch bereits andere, wie die Verfälschung von Honig und Marmelade mit Kapillärsirup, von Branntwein mit Branntweinschärfen wie Pfeffer- oder Paprikaauszügen, von wertvollen Gewürzen mit wertlosen Bestandteilen oder sogenannter Matta; die künstliche Färbung der Wurst; besonders nach Einführung des biologischen Nachweisverfahrens die Unterschiebung von Pferdefleisch statt Rindfleisch; die Vortäuschung eines hohen Eigehaltes der Teigwaren durch Teerfarben seltener geworden; die Fruchtsäfte stammen wieder von den betreffenden Früchten. Dennoch zeigen uns Fälle wie die bekannten Margarine- und Branntweinvergiftungen sowie verschiedene Massenerkrankungen nach dem Genuß von Dauerwaren, daß die Intensität der Kontrolle schon als hygienisches Vorbeugungsmittel nicht nachlassen darf, außerdem auch deshalb nicht, weil stets neue Lebensmittel und Rohstoffe im Handel erscheinen, wie Speisefette und Rohstoffe für die Margarineherstellung; zweifelhafte Nahrungsmittel und Nährsalze; Kaffeesurrogate wie gebrannte Erbsen, Lupinen, Sojabohnen; Gewürzersatz; Kakaopräparate; Konservierungsmittel u. dergl. So wurde sofort zu Anfang des Krieges der Lebensmittelmarkt mit einer Unmenge verfälschter oder höchst minderwertiger Erzeugnisse überschwemmt, die besonders als Liebesgaben für unsere Truppen mit marktschreierischer Reklame angepriesen wurden, aber infolge der sofort einsetzenden scharfen Kontrolle und Beanstandung durch die Untersuchungsämter bald fast völlig verschwanden. Auch der hohe Wert des gesamten Lebensmittelverbrauchs, der im Jahre 1910 für Nahrungsmittel 10,6 Milliarden Mark (davon 4,8 Milliarden für Fleisch) und für Genußmittel 1,8 Milliarden betrug, während der Verbrauch an Steinkohle, Braunkohle, Roheisen und Baumwolle zusammen nur 4,2 Milliarden Wert hatte, rechtfertigt eine umfassende Kontrolle, die zudem höchst sozial wirkt, indem sie besonders der ärmeren Bevölkerung zugute kommt, die vornehmlich auf billigere Lebensmittel angewiesen ist und nach genauen staatlichen Feststellungen 44—55 Prozent, ja bis zu 70 % ihres gesamten Einkommens für Nahrung ausgeben muß. Außerdem aber hat die Nahrungsmittelchemie noch wichtige positive Aufgaben zu lösen, wie die nutzbringende Verwertung von Nebenprodukten, z. B. des bei der Fleischextraktgewinnung zurückbleibenden Fleisches, des bei der Stärkefabrikation abfallenden Klebers, der in der Gärungsindustrie sich bildenden großen Massen von Hefe zu Nährpräparaten; die Umwandlung der Cellulose in verdauliche Kohlenhydrate; die Ausarbeitung gesundheitlich einwandfreier Konservierungsmethoden. Und nur wenn alle berufenen Kräfte rastlos weiterarbeiten an dem Ausbau der Nahrungsmittelchemie und -kontrolle, kann die nationale Aufgabe erfüllt werden, unserer Bevölkerung zu unverfälschten, unverdorbenen, nach jeder Richtung hin guten und preiswerten Nahrungsmitteln zu

verhelfen und sie so körperlich tüchtig zu machen für die hohen Anforderungen im kriegerischen und wirtschaftlichen Wettkampf der Völker.

### Bastardierung beim Menschen<sup>1)</sup>.

Bei der Kreuzung von Pflanzen sowohl wie von Tieren ist das Ergebnis hinsichtlich der körperlichen Eigenschaften und hinsichtlich der Fruchtbarkeit der Bastarde nicht immer dasselbe, sondern die einzelnen Arten verhalten sich verschieden, wobei neben dem Grade ihrer Verwandtschaft noch andere bisher nicht bekannte Umstände mitspielen. Auch Kreuzungen zwischen den gewöhnlich als Rassen bezeichneten Zweigen des Menschengeschlechts scheinen zu abweichenden Ergebnissen zu führen.

Die einzige gründliche Untersuchung, die bis nun über eine menschliche Mischrasse durchgeführt wurde, ist die von Prof. *Eugen Fischer* über die Bastards in Deutsch-Südwestafrika. Diese Bastards entstanden durch friedliche Mischung von Kapholländern und Hottentotten, die seit der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts stattfand. Eigenartige Verhältnisse, auf die wir hier nicht näher einzugehen brauchen, bewirkten, daß die Bastards in der Hauptsache unter sich blieben und eine geschlossene gesellschaftliche und völkische Einheit bildeten. *Fischer* fand, daß die Bastards nicht eine Zwischenform von Europäern und Hottentotten sind, bei welcher die stammelterlichen Merkmale gleichmäßig gemischt erscheinen, sondern es stellte sich heraus, daß gewisse Merkmale der einen Elternrasse über die entsprechenden Merkmale der andern Elternrasse dominieren, so z. B. die größere europäische Körperlänge über die kleinere hottentottische, wahrscheinlich auch die helle Hautfarbe über die dunkle, die breite europäische Stirn über die charakteristische Hottentottenstirn, dagegen die gebogene Haarform über die schlichte usw. Das Zutreffen der Mendelschen Spaltungsregel wurde ebenfalls nachgewiesen. Die einzelnen Körpermerkmale vererben sich unabhängig voneinander. *Fischer* konnte keine Anhaltspunkte dafür gewinnen, daß bei der Vererbung gewisse Merkmale aneinander gekettet sind, daß sie sich in fester Korrelation vererben.

Die südwestafrikanischen Bastards sind sehr fruchtbar. Bei 44 wahrscheinlich normal abgeschlossenen Ehen ergaben sich durchschnittlich etwa 8 (7,7) Kinder; nur zwei dieser Ehen waren kinderlos und einer Ehe entsproß bloß ein Kind. Bei fast der Hälfte der Ehen betrug die Kinderzahl neun oder mehr.

Der Gesundheitszustand der Bastards ist nach *Fischers* Beobachtungen im ganzen sehr zufriedenstellend<sup>2)</sup>.

Besonders reich an Mischlingsbevölkerungen ist Amerika, wo sich Indianer, Eskimos, Weiße und Neger untereinander gekreuzt haben, doch bildet keine dieser Mischlingsbevölkerungen ein ethnisch abgeschlossenes Gemeinwesen. In gewissen Teilen der südlichen Vereinigten Staaten besteht zwar die Neigung zu gesellschaftlicher Absonderung der Mischlinge sowohl von den Weißen wie von den reinblütigen Negern, aber in den Nordstaaten, wo die Vermischung relativ am wei-

<sup>1)</sup> Vgl. „Die Naturw.“ 1913, S. 1007—9.

<sup>2)</sup> *Eugen Fischer*, Die Rehobother Bastards. Jena, 1913.

testen gediehen ist, kann man von einer solchen Tendenz nichts merken.

In den Vereinigten Staaten fällt auf, daß die Kinderzahl der „Farbigen“ um so geringer ist, je stärker die Mischlinge unter den „Farbigen“ vertreten sind. Die amtliche amerikanische Statistik enthält leider keine gesonderten Angaben über die Kinderzahl der reinrassigen Neger einerseits und der Negermischlinge andererseits, sondern nur Angaben für beide Bevölkerungsbestandteile zusammen<sup>1)</sup>. Doch reichen diese hin, um das eben Gesagte zu bekräftigen. Im Jahre 1910 waren unter der gesamten Negerbevölkerung die Mischlinge mit 20,9 % vertreten. In den Staaten an der Küste des Stillen Ozeans aber bildeten die Mischlinge 34,7 % und in den Neu-England-Staaten bildeten sie 33,4 % der Negerbevölkerung überhaupt; hingegen waren sie in den südöstlichen Zentralstaaten bloß mit 19,1 % und in den südatlantischen Staaten mit 20,8 % vertreten. Betrachten wir nun die Zahl der Kinder im Alter von weniger als 5 Jahren, die in jeder dieser Staatengruppen auf je 1000 weibliche Personen von 15 bis nicht ganz 45 Jahren trafen, so ergibt sich bei der Negerbevölkerung ein mit zunehmender Vermischung abnehmender Kinderreichtum; überdies bleibt der Kinderreichtum der Negerbevölkerung überall hinter dem der von einheimischen Eltern stammenden Weißen zurück. Die Zahlen sind wie folgt:

Staatengruppen	Unter 5jährige Kinder auf 1000 15—44jähr. Frauen	
	Neger, inkl. Mischlinge	Einheimische Weiße
Staaten am Stillen Ozean . . .	238	504
Neu-England-Staaten . . .	313	434
Südöstliche Zentralstaaten . .	537	653
Südatlantische Staaten . . .	576	616

Dabei ist noch zu beachten, daß von den Negern und Mischlingen ein höherer Prozentsatz zu den unteren und gewöhnlich kinderreichsten sozialen Schichten gehört, als von den „echten Amerikanern“ weißer Rasse. Man kann diese Zahlen nicht anders auslegen, als daß die Kreuzung zwischen Weißen und Negern biologisch nachteilig ist, weil sie zu herabgesetzter Fruchtbarkeit führt.

Die Neger-Europäer-Mischlinge sind mit Vorliebe als Beweis dafür angeführt worden, daß bei der Kreuzung von Menschenrassen die körperlichen Eigenarten der Bastarde in der Mitte zwischen den elterlichen Formen stehen. Namentlich auf die intermediäre Hautfarbe der Mulatten ist mit Betonung hingewiesen worden. Es stimmt zwar, daß die Hautfarbe dieser Mischlinge augenscheinlich nicht „mendelt“, dafür aber kann man leicht beobachten, daß gewisse andere Körpermerkmale ganz deutlich der einen elterlichen Form entsprechen; so sieht man häufig Mulattinnen, bei welchen die typische breite Negernase an die eine und der lange Haarwuchs an die andere Elternrasse erinnert.

Im äußersten Norden Amerikas haben sich Europäer mit Eskimos gekreuzt. A. P. Low berichtet von einem der betreffenden Stämme, daß die Kopfhaut gleichbleibt, weil die Mischlinge gewöhnlich jung sterben<sup>2)</sup>. Von der Labradorküste meldet Wilfred T. Grenfell einen Rückgang der zu einem großen Teil aus Eskimomischlingen bestehenden Bevölkerung<sup>3)</sup>. In

Grönland nahmen die Eingeborenen der Westküste von 6046 1805 auf 12 489 1910 zu. Betrachtet man die beiden Verwaltungsbezirke Nord- und Südgrönland gesondert, so stellt sich ein auffälliger Unterschied heraus. In Südgrönland, wo die Mischlinge stärker vertreten sind als im Norden, nahm die Eingeborenenbevölkerung von 3516 im Jahre 1805 auf 6650 im Jahre 1910 zu, also um 89 %. In Nordgrönland ergab sich in derselben Zeit eine Zunahme von 2530 auf 5839, oder um 131 %. Vergleichszahlen für Ostgrönland mangeln. Die amtliche Statistik sowie die Berichte von Reisenden besagen, daß die stark gemischte Eskimobevölkerung Grönlands schwer unter Lungenkrankheiten, namentlich Schwindsucht, leidet<sup>4)</sup>. Nansen meint, daß es nicht viele andere Gemeinwesen geben wird, wo ein so großer Teil der Einwohner an Tuberkulose leidet, als Grönland. Er sagt, es wäre viel einfacher, die Leute aufzuzählen, welche die Krankheit nicht haben, als die, welche sie haben. Es kommt vor, daß die Leute in jungen Jahren bereits so von der Krankheit ergriffen sind, daß sie Blut speien, aber dennoch ein ziemlich hohes Alter erreichen<sup>5)</sup>.

Von der unter wesentlich anderen Umgebungsverhältnissen lebenden Bevölkerung der Neuen Hebriden, die sich aus polynesischen, melanesischen, pygmäischen und europäischen Elementen zusammensetzt, berichtet Felix Speiser<sup>6)</sup>, daß sie in rascher Abnahme begriffen ist; es herrscht Mangel an Nachwuchs, und hauptsächlich Lungenkrankheiten treten verheerend auf. Wir haben also auch hier herabgesetzte Fruchtbarkeit und erhöhte Sterblichkeit, die anscheinend zum Untergang der Bevölkerung führen werden, wenn auch Speiser nach landläufiger Ansicht „Alkohol, Feuerwaffen und allgemeine Demoralisation“ als die Faktoren anspricht, welche die Eingeborenen dezimieren. Ähnlich verhält es sich auch auf anderen Inselgruppen im Stillen Ozean.

Statistische Nachweisungen über die Veränderungen in der Bevölkerungszusammensetzung existieren für die Hawaïischen Inseln, wo Kreuzungen der Eingeborenen mit europäischen und asiatischen Einwanderern in großem Umfange stattfanden; aber die Mischlinge nahmen viel weniger rasch zu, als die reinblütigen Hawaïer abnahmen, ohne daß von gewaltsamer Ausrottung oder Vernichtung durch Alkohol, Krankheiten usw. gesprochen werden könnte. Die reinblütigen Hawaïer nahmen von 70 036 1853 auf 34 436 1890 und 26 041 1910 ab, die Mischlinge aber vermehrten sich bloß von 983 1853 auf 6186 1890 und 12 506 1910. Die Hawaïer gehören gewiß nicht zu den Leuten, bei welchen Mittel zur Verhinderung der Konzeption eine Rolle spielen, und da 1910 53,1 % der männlichen und 69,9 % der weiblichen über 15 Jahre alten Personen verheiratet waren, so sollte man mindestens, wenn schon Mischehen vorherrschen, eine beträchtliche Zunahme der Bastarde erwarten. Von den Bastarden waren im Jahre 1910 8772 Europäer-Hawaïer-Mischlinge und 3734 Asiaten-Hawaïer-Mischlinge; von letzteren waren 42,1 %, von den Europäer-Hawaïern 37,8 % und von den reinrassigen Hawaïern 20 % Kinder unter zehn Jahren. Zum Vergleich sei bemerkt, daß im gleichen Jahre von der von einheimischen Eltern stammenden weißen Bevölkerung der Vereinigten Staaten

<sup>1)</sup> Thirteenth Census of the U. S., 1910, Bd. 1, S. 336 ff. Washington, 1913.

<sup>2)</sup> Low, The Cruise of the Neptune, S. 136. Ottawa, 1906.

<sup>3)</sup> Grenfell, Labrador, S. 173. New York, 1910.

<sup>4)</sup> Résumé des principaux faits statistiques du Groënland. Kopenhagen, 1912.

<sup>5)</sup> Nansen, Eskimoleben. Leipzig, 1903.

<sup>6)</sup> Forschungsreisen in den Neuen Hebriden. Ztschr. f. Ethn., 1914, S. 457.

25 % weniger als zehn Jahre alt waren, also im Verhältnis nicht gar viel mehr als von den reinrassigen Hawaiiern, obzwar bei diesen ein erheblicher Teil der Nachkommen in der Statistik unter den Mischlingen erscheint. Die reinen Hawaiier sind demnach auch keinesfalls kinderarm; die Schuld an dem Rückgang der hawaiischen Gesamtbevölkerung (reinrassige Personen und Mischlinge) muß vielmehr an den Mischlingen liegen. Über deren Vitalität haben wir keine Angaben.

Von den Tasmaniern wird gewöhnlich behauptet, daß sie von den englischen Ansiedlern gewaltsam ausgerottet wurden. Es steht fest, daß, wie fast überall, wo europäische Kolonisten sich niederlassen, den Eingeborenen Tasmaniens in der ersten Zeit der europäischen Ansiedlung hart zugesetzt wurde. Aber ebenso sicher ist, daß die Regierung später alles tat, was in ihrer Macht stand, um diese primitiven Menschen zu retten, aber es war alles vergeblich, ihre Zahl nahm beständig ab, und schon vor fast einem halben Jahrhundert ist der letzte reinblütige Tasmanier gestorben, aber Mischlinge von Tasmaniern mit Europäern und Australnegern leben bis heute noch, wenn auch ihre Zahl sehr gering ist<sup>1)</sup>. Man darf nicht vergessen, daß die tasmanische Urbevölkerung überhaupt wenig zahlreich war.

Es ließen sich noch eine Reihe von Mischlingsbevölkerungen anführen, die durch geringe Zunahme oder gar Rückgang der Kopfzahl sowie durch geringe Lebenskraft ausgezeichnet sind; doch genügen die hier erwähnten Fälle, um zu zeigen, daß die Bastardierung beim Menschen in der Regel biologisch ungünstige Folgen hat.

F. v. Luschan und J. H. F. Kohlbrugge haben in einigen Fällen „Entmischung“ von Bastardbevölkerungen, die Rückkehr zu den stammelterlichen Typen beobachtet. Prof. v. Luschan bemerkte vor einigen Jahren anlässlich eines Aufenthalts in der Kapkolonie „das Wiederauftreten von reinen, guten, alten Hottentottentypen bei den Nachkommen von Mischlingen“. Er fand auch schon 1892, „daß in Vorderasien semitische und vorsemitische Typen, trotz mehr als zweitausendjähriger ununterbrochener Blutmischung, noch immer nebeneinander hergehen“ und daß sich da aus den Mischehen „immer wieder von neuem vollständig reine Typen entwickeln“<sup>2)</sup>. Dr. Kohlbrugge sagt: Kreuzen sich Javanen mit Europäern, so sind die Endresultate auf die Dauer „Javanen“; nur auf den Tenimber-Inseln war das Endresultat „Europäer“. Wenn sich Javanen mit Chinesen mischen, dann entstehen als Endresultat „Chinesen“. Die Bewohner der Insel Pitcairn, die aus tahitischen Frauen und Engländern entstanden, sind „Europäer“<sup>3)</sup>.

Es fällt auf, daß v. Luschan die Rückkehr beider elterlicher Typen, Kohlbrugge jedoch nur die Rückkehr eines Typus beobachtete. Das stimmt nicht überein mit den Ergebnissen, zu welchen Eugen Fischer bei den Bastards kam, und mit dem, was man an amerikanischen Negerbastarden beobachten kann, nämlich, daß die Körpermerkmale der Bastarde nicht in fester Korrelation vererbt werden. Die Ursachen der von Luschan und Kohlbrugge gemeldeten Ausscheidung

reiner Typen, die mit der Mendelschen Regel der unabhängigen Vererbung der einzelnen Körpermerkmale nicht in Einklang steht, sind bisher noch völlig unklar, und es wäre deshalb sehr zu wünschen, daß die Bastardvölker, bei welchen diese „Reinigung“ erfolgen soll, bald zum Gegenstand eines genauen Studiums gemacht werden.

H. Fehlinger, München.

## Besprechungen.

**Bolk, L., Odontologische Studien. I. Die Ontogenie der Primatenzähne.** Jena, Gustav Fischer, 1913. VII, 122 S., 74 Abbildungen und 2 Doppeltafeln. Preis M. 5,—. II. Die Morphologie der Primatenzähne. Jena, Gustav Fischer, 1914. VIII, 181 S., 61 Abbildungen und 3 Tafeln. Preis M. 7,—.

Der Verfasser, in Fachkreisen rühmlichst bekannt durch seine Arbeiten über die Morphologie des Zahnsystems der höchsten Lebewesen, hat in dem oben genannten Werke eine Anzahl Tatsachen und auf diesen fußende Anschauungen von so weitgehender Bedeutung veröffentlicht, daß dasselbe, weit über speziell odontologische Kreise hinaus, Anspruch auf Interesse machen kann. Erwähnen wir vorausgreifend das Hauptresultat seiner Untersuchungen, so gipfelt dieses in einer Anschauung, welche er sowohl durch ontogenetische als anatomische Tatsachen zu begründen sucht, von ihm als Dimertheorie bezeichnet und folgendermaßen zusammengefaßt wird: Die Primatenzähne entstammen einem völlig gleichwertigen Keim, und dieser Keim enthält potentia die Anlage zweier dreispitziger Zähne.

Der erste Band enthält die ontogenetischen Befunde, welche nach ihm für seine Dimertheorie sprechen.

Die Gebißanlage wird, wie bekannt, eingeleitet durch die Entstehung der Schmelzleiste, von Bolk als „generelle“ Zahnleiste oder „Gebißleiste“ bezeichnet. Bei den Primaten erscheint die erste Anlage der Milchzähne als eine am freien Rande der Zahnleiste auftretende Anschwellung; später rückt diese Anlage immer mehr auf die bukkale Fläche, so daß die generelle Zahnleiste die mediale Wand des Schmelzorgans bildet. Eine zweite Verbindung des Schmelzorgans mit der generellen Zahnleiste wird dann gebildet durch eine Lamelle, welche von der bukkalen Fläche der generellen Zahnleiste zur bukkalen Fläche des Schmelzorgans zieht: die „laterale“ Schmelzleiste; dieselbe steht im Gegensatz zur generellen Zahnleiste nur mit einem einzigen Schmelzorgan in Beziehung. Die Entstehung dieser lateralen Leiste denkt sich Bolk folgendermaßen: Die erste Anschwellung enthält potentia nicht ausschließlich das Material des Schmelzorgans, sondern auch die beiden Verbindungen, wodurch schließlich das Organ mit der generellen Zahnleiste zusammenhängt. Diese erste Anschwellung, welche am zweckmäßigsten als primäre Zahnanlage zu bezeichnen ist, differenziert sich in die Schmelzorgananlage und das Leistensystem, und zwar folgenderweise: Im oberen Teil der primären Zahnanlage bildet sich ein Grübchen, das bei der Vergrößerung der Zahnanlage sich immer mehr vertieft. Indem nun die Zellmasse unterhalb dieses Grübchens sich zur Schmelzorgananlage differenziert, wird auch das Grübchen geräumiger und bleibt dabei seitlich und nach oben von der jetzt zu einer Lamelle umgestalteten Zellmasse begrenzt. Beim weiteren Wachstum erlangt nun die laterale Wand des

<sup>1)</sup> Tasmaniermischlinge, Naturw. Wochenschr., 1914, S. 734—735.

<sup>2)</sup> Illust. Völkerkunde, Abschnitt Afrika. Herausgegeben von v. Luschan. Stuttgart, o. J.

<sup>3)</sup> Kohlbrugge, Die morphologische Abstammung des Menschen, S. 35. Stuttgart, 1908.

inzwischen zu einer Nische gewordenen Grübchens immer mehr den Charakter einer Leiste; diese Nische wird Schmelznische oder Emailkrypta genannt; die beiden Leisten setzen sich an der lingualen resp. bukkalen Seite der Schmelzorgananlage an. *Bolk* folgert aus dem hier mitgeteilten Entwicklungsverlauf, daß die Schmelzorgananlage bei den Primaten potentia eine Doppelbildung ist, eine linguale und eine bukkale Anlage umfaßt.

Als fernere Stütze für diese Auffassung deutet *Bolk* zwei andere embryonale Gebilde: das *Schmelzseptum* und den *Schmelznabel*. Nach ihm geht die Bildung der Schmelzpulpa nicht von einer, sondern von zwei Stellen aus, und zwischen diesen Stellen geht in sagittaler Richtung, auf Querschnitten wie ein dunkler Streifen erscheinend, eine Art Septum, das sog. Schmelzseptum. In diesem Zusammenhange ist zu bemerken, daß die laterale Schmelzleiste zum lateralen (d. h. bukkalwärts vom Schmelzseptum liegenden), die mediale zum medialen Pulpabildungszentrum gehört. Bei der weiteren Entwicklung wird das Schmelzseptum rudimentär, und die beiden Bildungszentren der Pulpazellen fließen vor und hinter dem Septum zusammen. Das Septum erscheint nach *Bolks* Ansicht als ein Produkt des äußeren Schmelzepithels, und zwar in der Weise, daß sich letzteres nach innen umstülpt, um sich in dem inneren Teil der Schmelzpulpa fortzusetzen. Die deutliche Vertiefung, welche an der Einstülpungsstelle entsteht, wird von *Bolk* als Schmelznabel bezeichnet.

In einem folgenden Abschnitte schildert der Verfasser eine Zahnleiste, welche er *Nebenleiste* benennt: eine anfänglich kontinuierliche Leiste, die bei ihrer Anlage aufs engste mit dem oberen Rande der Zahnleiste, d. h. der Ansatzlinie dieser Leiste am Kieferepithel, verbunden ist. Nach Abschnürung der Zahnleiste vom Mundhöhlenepithel bleibt die Nebenleiste mit ihr verbunden, um im gleichen Maße als die Zahnleiste mit dieser nach hinten sich zu verlängern. Im mittleren Teil der Zahnleiste rückt sie seitlich von derselben, indem ein Teil ihres Epithels zum Gingivalepithel wird. An bestimmten Stellen bildet die Nebenleiste Anschwellungen, welche jedoch bald nach ihrer Anlage, ebenso wie die Nebenleiste selbst, der Reduktion anheimfallen. Die Beantwortung der Frage über die Herkunft der Nebenleiste fand der Verfasser, nachdem er den Gedanken an eine prälakale Dentition aufgegeben, durch seine Untersuchungen über das Reptiliengebiß; diese führten ihn zu der Überzeugung, daß diese Leiste nichts anderes ist, als die zu einem rudimentären Rest zurückgebildete Leiste, welche bei vielen Reptilien sehr kräftig entwickelt ist, und welche *Bolk* als „Zahndrüsenleiste“ dieser Tiere bezeichnet. Bei den Reptilien nehmen nämlich die zu den Zähnen in Beziehung stehenden Drüsen aus einer ununterbrochenen Leiste ihren Ausgang.

Im vierten Hauptstücke wird der wichtige Nachweis geliefert, daß die in den vorhergehenden Kapiteln mitgeteilten ontogenetischen Erscheinungen auch bei einigen anderen Säugetieren auftreten. Hier sucht auch der Verfasser wahrscheinlich zu machen, „daß das Schmelzorgan der Säuger mit zwei Schmelzorganen der Reptilien homolog ist, welche in bukkolingualer Richtung nebeneinander lagern. Zwei Schmelzorgane sind identisch mit zwei Reptilienzähnen, also muß der Primatenzahn aus einer Konkreszenz zweier, zu zwei verschiedenen Generationen

gehörigen Reptilienzähnen entstanden sein.“ Dies ist die Schlußfolgerung, welche nach *Bolk* mit strengster Logik aus den vorhergehenden Untersuchungen hervorgeht; wie wir aber unten sehen werden, hat der Verfasser diesen Satz im zweiten Teile der Arbeit höchst wesentlich modifiziert. *Bolk* bezeichnet den Säugerzahn als „bimeres“ Gebilde sowie den Zahnteil, der auf die ältere Generation zurückzuführen ist, als den „Protomer“, und den anderen Teil als den „Deutomer“. Dann wendet sich *Bolk* noch einmal zur Besprechung der von ihm als laterale bezeichneten Schmelzleiste und kritisiert die Lehre von dem Vorkommen einer prälakalen Dentition. Nur für das Gebiß der Beuteltiere gibt er die Existenz der Anlage einer prälakalen Dentition zu.

Wenn somit nach *Bolk* der Säugerzahn durch Verwachsung entstanden ist, und der Autor somit selbst Konkreszenztheoretiker ist, so wendet er sich dennoch mit Schärfe gegen die übrigen Forscher, welche dieser Theorie huldigen: nach *Bolk* entsteht der Zahn durch Verwachsung von nur zwei Elementen, nie mehr. Durch die Verwachsung von zwei Reptilienzähnen kam die Mehrhöckerigkeit der Zähne in transversalem Sinne zustande. Jene in longitudinaler Richtung ist nicht die Folge der Konkreszenz, sondern entstand dadurch, daß die die Verschmelzung eingehenden Elemente nicht einfache Kegelzähne, sondern schon mehrspitzig waren. „Diese Mehrspitzigkeit war nicht die Folge von Verwachsung, sondern von Differenzierung. Die Mehrspitzigkeit in transversaler Richtung ist somit vom Säugerzahn erworben, jene in longitudinaler Richtung ist von reptilienartigen Stammformen ererbt worden.“ In den einleitenden Bemerkungen zum zweiten Band, welcher die Morphogenie der Primatenzähne behandelt, hebt *Bolk* aber besonders hervor, daß die früher angemommene ideale Form mit sechs Höckern (drei in einer Linie an der Außen- und drei an der Innenseite), entstanden aus der Konkreszenz zweier dreispitziger Reptilienzähne, nicht als „reelles Beginnstadium“ der Säugetierzähne aufgefaßt werden darf. Die Verschmelzung darf man sich nur denken als eine zwischen Zahnkeimen und nicht von ausgebildeten Formen. In keinem Falle ist die Differenzierung derart zu denken, daß am Anfange der Entwicklungsreihe des Säugetiergebisses sich ein vollausgebildeter, sechshöckeriger Zahn findet, und die Zahnformen mit geringerer Höckerzahl durch Reduktion davon abzuleiten sind. Im Gegenteil: bei der phylogenetischen Entwicklung sind nach unserem Verfasser die morphologischen Anlagepotenzen, welche infolge der Verschmelzung zweier Keime von dreispitzigen Zähnen in jedem Säugerzahn enthalten sind, in immer vollständiger Weise zur Entfaltung gelangt (vgl. auch unten).

Das nächste Kapitel behandelt die Differenzierung der Oberkieferzähne. *Bolk* erklärt auch hier es für wahrscheinlich, daß das Grundelement des Säugerzahnes kein einspitziges, sondern ein dreispitziges Gebilde war, und zwar, weil, „wenn man die seitlich komprimierten Zähne der Reptilien untersucht, dann findet man sie, wenigstens die größeren, sehr häufig dreispitzig“. Dieser dreispitzige Reptilienzahn aber ist nicht das Produkt einer Verwachsung, sondern dasjenige einer Differenzierung. Die sog. trikonodonten Zähne der ältesten Säuger (aus der Sekundärperiode), d. h. die Zähne mit drei hintereinander liegenden Spitzen, bestehen nach *Bolks* Deutung aus dem



Protomer; aber das Deuteromer ist doch nicht ganz abwesend: es wird durch das Cingulum repräsentiert.

Aus dieser „Dreihöckerphase“ ist zunächst die Zahnform hervorgegangen, bei welcher zu den drei Höckern des Protomer noch ein vierter an der Innenseite des Zahnes tritt, welcher dem Haupthöcker des Deuteromer entspricht; unter den Jurasäugern wird namentlich *Dryolestes* als Repräsentant dieser Stufe erwähnt. Eine entsprechende Zahnform läßt sich auch bei den Halbaffen sowie gelegentlich im Milchgebiß der wahren Affen nachweisen. Eine vollständige Ausbildung des Deuteromer bringt schließlich auch die Nebenspitzen zur Entwicklung, wodurch der dimere Zahn sämtliche morphologischen Potenzen, die in ihm aufgegangen sind, realisiert hat. Im Wurzelteil bleibt der im Kronenteil ausgeglichene Unterschied zwischen Proto- und Deuteromer bestehen, da das letztere bei den Primaten immer nur von einer Wurzel gestützt wird. Daß man diese (sechshöckerige) Zahnform bei den Primaten so selten antrifft, findet seinen Grund in der Tatsache, daß, wenn das Deuteromer seine höchste morphologische Entwicklungsstufe erreicht, im Protomer sich schon weitere Differenzierungsvorgänge geltend machen, welche den Zahn auf eine höhere Entwicklungsstufe bringen.

*Bolk* bespricht ferner den Entwicklungsgang der Schneide- und Eckzähne und betont, daß sowohl in ihrer Anlage als in ihrer phylogenetischen Entstehungsweise kein Unterschied vorhanden ist zwischen ihnen und den Molaren der Primaten, nur die spätere Entwicklung hat die Ungleichheit allmählich herbeigeführt. „Gewissermaßen stellen die Canini und Incisivi, der geläufigen Ansicht entgegen, viel stärker spezialisierte Zähne dar, als die Prämolaren und Molaren.“ Durch eine ausführliche Analyse des Vorkommens von Deuteromer-Elementen an den Schneide- und Eckzähnen der Primaten illustriert der Verfasser diese seine Auffassung.

Die Entstehungsweise und Bedeutung der beiden bukkalen Höcker an den oberen Molaren und Prämolaren der Primaten mußten vom Standpunkte der Dimertheorie offenbar Schwierigkeiten bereiten. Bei der Untersuchung dieser Frage ist nun *Bolk* zu der Überzeugung gelangt, daß der Haupthöcker des Protomer der Antemolaren sich in zwei hintereinander folgende, gleich große Höcker differenziert hat. Als Beweise für diese Auffassung werden vornehmlich Befunde bei den Halbaffen sowie ontogenetische Erscheinungen und das Verhalten des Leistensystems an der Zahnkrone herangezogen. Im Zusammenhange mit dieser Frage tritt *Bolk* mit Recht gegen die von *Scott* inaugurierte Anschauung auf, daß die Ausbildung der Molaren in anderer Weise erfolgte als diejenige der Prämolaren.

Das Kapitel, welches die Differenzierung der Unterkieferzähne behandelt, leitet der Verfasser folgendermaßen ein: „Ein Versuch, in den Entwicklungsgang der Unterkieferzähne einzudringen, stößt auf nicht geringe Schwierigkeiten. Im Vergleich mit der relativen Leichtigkeit, womit es gelingt, die verschiedenen Entwicklungsphasen der oberen Zähne in Übereinstimmung mit dem Prinzip der Dimerie des Säugerzahnes zu bringen, erheben sich bei den unteren Zähnen Hindernisse, die wohl geeignet sind, Zweifel zu erwecken, ob überhaupt jenes Prinzip auch für die Unterkieferzähne gültig sei. Die Tatsache aber, daß ontogenetisch die Dimerie bei den unteren Zähnen mit gleich großer Bestimmtheit festgestellt wer-

den konnte als bei den oberen, beseitigt wohl sofort diese Zweifel. . .“ Bei den unteren Molaren findet — entgegen dem Verhalten der oberen — zuerst Vergrößerung in Längsrichtung statt. „Das bringt mit sich, daß beide Odontomeren in gleicher Intensität dem Differenzierungsreiz ausgesetzt sind, so daß eine zeitlich höhere Differenzierung von Protomer dem Deuteromer gegenüber unterbleibt. Die Folge davon ist, daß die morphologische Manifestation der in dem Zahnkeim sich findenden Höckeranlagen bei den unteren Zähnen in ganz anderer Weise verlaufen muß, als bei den oberen. Im Unterkiefer wird am bestehenden Kronenteil ein hinterer Abschnitt zugefügt, der anfänglich indifferent ist und erst im Laufe der weiteren Entwicklung eine bestimmte Höckerdifferenzierung zu zeigen beginnt.“ Wie es schon frühere Forscher getan, sieht auch der Verf. die Ursache der ungleichen Entwicklung des Ober- und Unterkiefergebisses in der Anisognathie, und führt dies näher aus.

In einem folgenden Abschnitt kommt *B.* nochmals auf das Wesen der Konkreszenz zurück und macht zunächst die Mitteilung, daß er den früheren (bei Abfassung des ersten Teiles) von ihm eingenommenen Standpunkt (vgl. oben), daß es sich beim Zustandekommen des Säugerzahnes um eine aktive Vereinigung zweier ursprünglicher selbständiger Gebilde gehandelt, jetzt verlassen habe. Jetzt ist seine Annahme: die Dimerie des Säugerzahnes ist nicht die Folge von Verwachsung, sondern von einem Ausbleiben einer Sonderung. „Von einer Verschmelzung von Zahnkeimen ist bei dieser Vorstellung nicht die Rede, denn Zahnkeime als isolierte, selbständige, kraft eigener Bildungsenergie entstehende Gebilde gibt es nicht, es gibt . . . eine Anzahl Matrices für Zahnfamilien.“ Die ontogenetischen Erscheinungen (laterale Schmelzleiste, Schmelzseptum usw.), welche der Verf. im ersten Teile seines Werkes als Zeugen einer Konkreszenz angesehen hat, betrachtet er jetzt als Zeichen von unvollständigen Trennungsvorgängen zwischen den beiden Zahngenerationen.

Ein Eingehen auf die in dem speziellen Teile niedergelegten Beobachtungen würde zu weit führen und diese außerdem im Auszuge schwerlich recht verständlich gemacht werden können. Unter den in diesem Abschnitte angeführten Resultaten sei nur der interessante Nachweis erwähnt, daß ein Gebiß primitiver ist, je ähnlicher Milchmolaren und Prämolaren einander sind, sowie daß in der Beziehung zwischen der Struktur von Milchmolaren und Prämolaren unter den Primaten das menschliche Gebiß am meisten spezialisiert ist.

In Vorstehendem habe ich mich bemüht ein objektives, wenn auch sehr summarisches Referat der *B.*schen Arbeit zu geben, ohne den Zusammenhang der Darstellung des Verf. durch Einwendungen zu stören. Wie schon eingangs bemerkt, muß die von *B.* behauptete Anschauung, die sog. Dimertheorie, schon aus dem Grunde als sehr beachtenswert und verdienstvoll betrachtet werden, als sie sich auf eine Anzahl bisher nicht oder ungenügend beachteter Tatsachen stützt. Selbst wenn man sich der Dimertheorie gegenüber ablehnend oder abwartend verhält, so ist es jedenfalls als ein bleibendes Verdienst des vorliegenden Werkes zu betrachten, nicht nur einige ontogenetische Vorgänge schärfer, als bisher geschehen, präzisiert zu haben, sondern auch ein großes, wertvolles Material zur Morphologie des Primatengebisses in einer methodologisch so vorzüglichen Weise zusammengeführt und gesichtet zu haben, wie es uns bisher kaum geboten wurde. Wenn nun aber auch zugegeben werden muß, daß einige, nament-

lich ontogenetische Tatsachen zugunsten der Dimertheorie gedeutet werden können, so sprechen andere, mindestens ebenso schwerwiegende, namentlich vergleichend-anatomische, entschieden *gegen* dieselbe, wie überhaupt gegen die Annahme jeder Konkreszenz als Hauptfaktor bei der Genese des Säugetierzahnes. Ich muß mich hier darauf beschränken, einige Kardinalpunkte seiner Darlegung hervorzuheben.

Als die bedeutsamste ontogenetische Beobachtung, von der *B.* berichtet, muß wohl das Vorkommen des Schmelzseptum und dessen Beziehung zur Schmelzleiste angesehen werden; und sollte wirklich der Nachweis erbracht werden können, daß dieses Septum durch Einbiegung des äußeren Schmelzepithels entstanden ist, wäre dies allerdings, wie mir scheint, eine starke Stütze für die Dimertheorie. Aber wohl zu merken: bisher ist dieser Nachweis *nicht* erbracht. Wie wir erfahren, hat der Autor die im ersten Teil der Arbeit vorgetragene Auffassung von der Art und Weise, wie die Dimerie bei den Säugern zustandekommt, in wesentlicher Beziehung wieder aufgegeben. Nachdem er hier als Beweisstück für diese Dimerie in Fig. 60 zwei Schmelzkeime eines Varanus abbildet, welche verschiedenen Zahngenerationen angehören aber in demselben Niveau nebeneinander liegen, spricht er die Überzeugung aus, diese Entstehungsweise des Säugerzahnes im Laufe der vorliegenden Arbeit so fest begründet zu haben, daß die Konkreszenz als bewiesen angesehen werden kann. Im zweiten Teile aber, in dem es gilt diese Theorie auf die anatomischen Tatsachen im Primatengebisse anzuwenden, hat er die Schwierigkeiten, welche sich derselben entgegenstellen, herausgeführt und sie in dem Sinne abgeändert, daß, wie er selbst betont (S. 125), „der Begriff Zahnkonkreszenz hinfällig“ wird! Es hat niemals ein Zusammentreten von zwei ursprünglich getrennten primären Elementen gegeben (S. 126); die Dimerie soll, wie erwähnt, vielmehr das Ausbleiben einer Sonderung sein. Und wenn er dann (S. 3) sagt, daß das Deuteromer, seiner Potenz nach ein trikonodonter Zahn, nicht in solcher ausgebildeten Form zur Konkreszenz gekommen ist, sondern, daß man sich die Verschmelzung nur als eine zwischen Zahnkeimen denken darf, — dann scheint mir diese Theorie eine so vage, wesenlose Gestalt angenommen zu haben, daß mit derselben wenig anzufangen ist. Jedenfalls gibt sie keine Erklärung der faktisch vorliegenden Tatsachen; diese sind vielmehr in hohem Grade unbequem für dieselbe. Die Annahme von der der „Anlagepotenz“ als *zwei* Zähne enthaltend steht in schlechter Übereinstimmung mit der Tatsache, daß die Backenzähne der ältesten Säuger aus der Trias- und Jurazeit ein- bis dreispitzig sind; das Nichtauftreten des einen Zahns (des Deuteromer) bedarf somit einer Erklärung, welche die Dimertheorie nicht gibt. Man vermißt hier ganz das kausale Moment, das erklären sollte, weshalb zwei trikonodonte Reptilienzähne, bzw. die Schmelzkeime von zwei solchen zusammentreten sollen, um zunächst nur *einen einfachen* (oder fast einfachen) trikonodonten Säugerzahn hervorzubringen. Die Annahme von der Duplizität der Anlage des Säugerzahnes wird völlig überflüssig, und für das Zustandekommen des späteren Sechshöcker-Stadiums liegt die Annahme einer Differenzierung um so viel näher, als *B.* selbst für die Genesis aller übrigen Elemente (= Höcker) seine Zuflucht zu der letztgenannten Annahme nehmen muß. Und irgendwelchen Grund, weshalb die von ihm als Proto- und Deuteromer-Höcker gedeuteten Elemente eine andere Herkunft als die übrigen Höcker haben sollten,

dürfte schwerlich angegeben werden können. Hierzu kommt noch ein anderes Bedenken: wie läßt es sich nach der Dimertheorie erklären, daß in der Sechshöckerphase, wo der Unterschied zwischen Proto- und Deuteromer in der *Krone* ausgeglichen ist, trotzdem nur *eine* Deuteromerwurzel — statt wie zu erwarten zwei — zur Ausbildung gelangt? Vom Standpunkte der Differenzierungstheorie erklärt sich diese Erscheinung vollkommen ungezwungen. Bezüglich besonders dieses Punktes habe ich (in einer im Druck befindlichen Arbeit) nachweisen können, daß bei den Raubtieren *B.s* Deuteromerhöcker sich allmählich aus dem Cingulum herausdifferenziert, und daß er, wenn er einen gewissen Ausbildungsgrad erreicht hat, von dem Auftreten einer Wurzel, welche *nachweislich* ein Abspaltungsprodukt der hinteren Außenwurzel — also nach *B.* einer *Protomer*-Wurzel! — ist, gefolgt wird.

Ferner: wie aus dem obigen Referat hervorgeht, ist der Grund für die Auffassung, daß zwei *drei*-spitzige Reptilienzähne der Ausgangspunkt für den Säugerzahn gewesen sind, recht willkürlich; es ist nicht einzusehen, weshalb nicht die indifferentere, jedenfalls ursprünglichere Form der *ein*-spitzigen Greifzähne hierfür genügen sollte, und dies um so eher, als auch nach *B.s* Ansicht die erstere aus der letzteren durch Differenzierung (*nicht* durch Konkreszenz!) hervorgegangen ist. Außerdem würde mit dieser Annahme vielleicht auch die Form der Schneide- und Eckzähne etwas verständlicher werden.

Wie der Verfasser selbst zugibt, hat ihm die Entstehungsweise der beiden bukkalen Höcker an den oberen Molaren der Primaten vom Standpunkte der Dimertheorie Schwierigkeiten bereitet. Ohne entschieden bestreiten zu wollen, daß bei den Primaten der Vorgang bei der Ausgestaltung dieser Zähne in der von *Bolk* dargelegten, oben referierten Weise erfolgt sein kann, muß ich entschieden daran festhalten, daß bei anderen Säugern die morphologischen Beziehungen zwischen Molaren und Antemolaren mit Notwendigkeit zu ganz anderen Deutungen der Homologien der Zahnelemente zwingen, wie ich dieses im dritten Teil meiner Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems der Säugetiere dargelegt habe.

Schließlich möchte ich noch auf die Deutung aufmerksam machen, welche *Bolk* dem von ihm als „Nebenleiste“ bezeichneten Gebilde gibt. Wie aus Obigem erhellt, haben wir es hier — und, wie *Bolk* angibt, auch wohl bei der lateralen Leiste — mit jener Bildung zu tun, welche von mir und anderen als Anlagen von in der Regel nicht zur völligen Ausbildung gelangenden Zähnen und als Vor-Milchzähne oder prälakale Zahnanlagen bezeichnet worden sind. Wenn *Bolk* das Vorkommen solcher Anlagen nur bei Beuteltieren gelten lassen will, so muß ich entschieden daran festhalten, daß ich schon 1892 und ausführlicher 1895 im ersten Teile meiner oben zitierten Arbeit den Nachweis erbrachte, daß bei mehreren Placentaliern die fragliche Schmelzleiste vollständig mit dem Verhalten bei *Myrmecobius*, bei dem völlig verkalkte Vor-Milchzähne nachgewiesen sind, übereinstimmt.

Wenn ich mich also in mehreren Punkten der Auffassung des Verfassers nicht anschließen kann, so beweist dies zunächst nur, wie weit entfernt noch immer jenes Ziel liegt, wo Einigkeit in grundlegenden Fragen betreffs der Genese des Säugetiergebisses zu erlangen wäre. Es ist deshalb jeder *erste* Versuch, dieses Problem zu lösen, mit Dankbarkeit zu begrüßen. Und

daß in dem Werke *Bolks* ein solcher Versuch vorliegt, das, hoffe ich, wird aus der hier mitgeteilten Darstellung hervorgehen. *Bolks* Untersuchungen gehören jedenfalls zu jenen zielbewußten und fördernden Arbeiten, welche — man mag die in denselben vertretenen Ansichten teilen oder nicht — zu neuem Ringen anspornen.

Wilhelm Leche, Stockholm.

**Findlay, Alexander, Der osmotische Druck.** Autorisierte deutsche Ausgabe von Dr. Guido Szivessy. Mit einer Einführung von Professor Dr. Wilhelm Ostwald. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1914. VIII, 196 S. in 8°. Preis geh. M. 4,—.

Die Lehre vom osmotischen Druck gehört seit den klassischen Arbeiten von J. H. van't Hoff wenigstens in ihren Grundzügen als selbstverständlicher Besitz zum Wissensgebiet des Chemikers, als selbstverständlicher Besitz in erster Linie deswegen, weil die in der Praxis so häufige, wichtige Aufgabe der Molekulargewichtsbestimmung in der großen Mehrzahl der Fälle mit Hilfe osmotischer Methoden erledigt wird. Die zahlreichen experimentellen und theoretischen Fortschritte aber, die die Lehre vom osmotischen Druck in neuerer Zeit gemacht hat, scheinen nicht so weit in das chemische Allgemeinbewußtsein eingedrungen zu sein, als sie es verdienen, vielleicht, weil ein großer Teil der in Frage kommenden Abhandlungen von nichtdeutschen Autoren in ausländischen Zeitschriften veröffentlicht worden ist. Die Herausgabe einer zusammenfassenden Darstellung der Materie durch Alexander Findlay, der sich ja schon mehrmals als Verfasser guter Monographien auf dem Gebiete der physikalischen Chemie bewährt hat, und deren Übersetzung ins Deutsche durch Guido Szivessy verdient daher gerade den Dank der deutschen Fachgenossen.

Ein kurzer Bericht über den wesentlichen Inhalt des Büchleins dürfte für die Leser der „Naturwissenschaften“ von Interesse sein.

Den ersten Fall von Osmose, d. h. der Diffusion einer Flüssigkeit durch eine Membran, scheint im Jahre 1748 der bekannte Abbé Nollet beobachtet zu haben, aber erst annähernd ein Jahrhundert später ist durch genauere Untersuchungen von Dutrochet und Vierordt die bedeutsame Tatsache aufgefunden worden, daß bei der Osmose von Lösungen die Geschwindigkeit, mit der Lösungsmittel und gelöster Stoff durch eine Membran zu diffundieren vermögen, im allgemeinen eine verschiedene ist, eine Tatsache, die weiterhin Thomas Graham bekanntlich zur Aufstellung des Begriffs der „Kolloide“ und damit zur Begründung der Kolloidchemie geführt hat. Grahams Beobachtung, daß kolloidale Substanzen durch Membranen, die ja ebenfalls aus kolloidalen Stoffen bestehen, nicht hindurchzuwandern vermögen, veranlaßte Moritz Traube im Jahre 1867 zu dem Hinweise, daß sich ähnliche Gebilde wie die Pflanzenzellen, die ja, wie damals schon bekannt war, auch von Membranen umgeben sind, auf künstlichem Wege herstellen ließen: Traube hatte die „Niederschlagsmembranen“ entdeckt und konnte nun an ihnen viele osmotische Erscheinungen näher untersuchen. Die künstlichen Zellen von Traube eigneten sich ihrer Zartheit wegen aber nur zu vergleichenden Versuchen, und es bedeutete daher einen sehr wesentlichen Fortschritt, als es im Jahre 1877 Pfeffer gelang, den Traubeschen Membranen durch Einbettung in eine poröse Tonasse eine größere Widerstandsfähigkeit zu geben und mit ihrer Hilfe in einer geeigneten Versuchsanordnung die absolute Messung der bei den osmotischen Erscheinungen

wirksamen Kraft, des „osmotischen Drucks“, durchzuführen. Wie es schließlich im Jahre 1886 van't Hoff auf Grund der Pfefferschen Messungen möglich war, die mathematische Theorie der osmotischen Erscheinungen und damit die Theorie der verdünnten Lösungen zu schaffen, ist allgemein bekannt.

Wie bereits bemerkt wurde, lassen Membranen im allgemeinen die einzelnen Bestandteile einer Lösung in verschiedenem Maße hindurch, und zwar hat sich bis jetzt stets das Lösungsmittel als der leichter diffundierende Stoff erwiesen. Wie groß der Unterschied zwischen der Diffusionsfähigkeit ist, hängt einerseits von der Natur der Membran, andererseits von der Natur des Lösungsmittels und des gelösten Stoffes ab. Von theoretischer Bedeutung ist nur der ideale Grenzfall, daß die Membran „semipermeabel“, d. h. für das Lösungsmittel vollkommen, für den gelösten Stoff aber überhaupt nicht durchlässig ist, und bei der Praxis direkter osmotischer Messungen ist in jedem einzelnen Falle zuerst die Frage zu erörtern, ob und inwieweit die benutzte Membran für die benutzte Lösung wirklich als semipermeabel angesehen werden darf. Von praktischer Bedeutung sind nur solche Messungen, bei denen die Bedingung der Semipermeabilität hinreichend erfüllt ist. Der Grund hierfür ist leicht einzusehen, wenn man sich die Praxis osmotischer Messungen am Beispiel der einfachen Pfefferschen Versuchsanordnung vor Augen führt: Bringt man eine mit einem Steigrohr versehene Pfeffersche Zelle, die mit einer wässrigen Rohrzuckerlösung gefüllt ist, in ein Gefäß mit Wasser, so dringt Wasser von außen in die Zelle ein, und die Flüssigkeit in dem Steigrohr steigt bis zu einem maximalen Grenzwert und bleibt dort unverrückbar stehen. Die Niveaudifferenz zwischen der Flüssigkeit in dem Steigrohr und dem Wasser außerhalb der Zelle ist ein Maß für den osmotischen Druck. Das gilt aber nur für den Fall, daß die Zellmembran wirklich semipermeabel ist. Ist sie für den Zucker auch nur in geringem Maße durchlässig, so erreicht die Flüssigkeit in dem Steigrohr nicht den im Falle vollkommener Semipermeabilität erreichbaren Endwert, sondern bleibt hinter diesem zurück und sinkt dann allmählich wieder bis zum gleichen Niveau wie das Wasser außerhalb der Zelle. Wie weit der in diesem Falle erreichte Endwert hinter dem vollkommener Semipermeabilität entsprechenden Endwert zurückbleibt und wie schnell er wieder sinkt, hängt von dem Verhältnis der Durchlässigkeit der Membran für Lösungsmittel und gelöste Substanz ab, d. h. die maximale Steighöhe ist in diesem Falle nur ein Zufallswert.

So wertvoll und bedeutsam die Pfefferschen Messungen auch für die Lehre vom osmotischen Druck waren, so können sie doch nicht als physikalisch-chemische Präzisionsmessungen im heutigen Sinne des Wortes bewertet werden. Die vollkommene Semipermeabilität der Pfefferschen Membranen ist selbst für verdünnte Lösungen nicht über jeden Zweifel erhaben und bei Benutzung konzentrierterer Lösungen zweifellos nicht vorhanden. Es war daher eine wichtige Aufgabe, die Pfefferschen Versuche mit Berücksichtigung aller nötigen Vorsichtsmaßregeln zu wiederholen und sie auf Lösungen höherer Konzentration auszudehnen. Der Lösung dieser Aufgabe haben sich in Amerika H. N. Morse und seine Mitarbeiter, in England Lord Berkeley und E. G. J. Hartley mit bestem Erfolge unterzogen. Die von den beiden Parteien bei verschiedener (in Findlays

Buch im einzelnen besprochener) Versuchsanordnung erhaltenen Ergebnisse stimmen verhältnismäßig gut überein. So berechnet sich aus den Daten von Lord Berkeley und Hartley für die Konzentrationen 0,534 und 0,828 Mol Rohrzucker in einem Liter der Lösung bei 0° C. der osmotische Druck 14,14 und 25,27 Atmosphären, während Morse für die Konzentrationen bei derselben Temperatur die Werte 14,38 und 24,83 Atmosphären fand. Mit den Forderungen der van't Hoff'schen Theorie aber stimmen weder die Morseschen noch die Berkeley-Hartleyschen Ergebnisse auch nur annähernd überein: die wirklich beobachteten osmotischen Drucke sind viel höher als die nach van't Hoff berechneten. Die folgende Tabelle gibt ein Beispiel dafür:

Gramm Rohrzucker in einem Liter der Lösung	Osmotischer Druck bei 0° C in Atmosphären	
	beobachtet von Lord Berkeley und Hartley	berechnet nach van't Hoff
180,1	13,95	11,79
300,2	26,77	19,66
420,3	43,97	27,52
540,4	67,51	35,38
660,5	100,78	43,24
750,6	133,74	49,15

Diese Nichtübereinstimmung zwischen Theorie und Praxis ist nicht weiter erstaunlich, denn van't Hoff's Theorie stellt nur den für unendlich verdünnte Lösungen geltenden Grenzfall der allgemeinen Theorie der Lösungen dar, und die in der obigen Tabelle angegebenen Zahlen beziehen sich keineswegs auf verdünnte, sondern im Gegenteil auf recht konzentrierte Lösungen. Man hat ja nun mehrfach versucht, die van't Hoff'sche Theorie der verdünnten Lösungen durch Einführung von Korrektionsgliedern etwa nach Art der van der Waalsschen Gleichung zu verbessern, aber derartige Versuche haben nur wenig Aussicht auf Erfolg. „Es ist durchaus kein logisches Verfahren, wenn man die van't Hoff'sche Theorie als eine allgemeine Theorie der Lösungen ansieht, wie es zuweilen geschehen ist (obgleich van't Hoff selbst nachdrücklich auf das Gegenteil verwiesen hat), und den Versuch macht, sie mit den bei konzentrierten Lösungen gewonnenen experimentellen Resultaten durch Anbringung verschiedener „Korrektionsglieder“ in Einklang zu bringen, welche den besonderen Ansichten über die Konstitution der Lösungen entsprechen. Die große Einfachheit der van't Hoff'schen Theorie war eine Folge vereinfachender Annahmen, welche bei konzentrierten Lösungen nicht mehr zutreffen. Vom rein mathematischen Standpunkt ergibt sich daher schon aus dem Ansatz ein hinreichender Grund für die Ungültigkeit der van't Hoff'schen Gleichung bei konzentrierten Lösungen.“

Zweckmäßiger erscheint es daher, nach dem Vorgehen von van der Waals, van Laar, Willard Gibbs, G. N. Lewis, Washburn u. a. zunächst eine allgemeine thermodynamische Theorie der aus zwei Komponenten bestehenden idealen Lösungen, d. h. der Lösungen, bei denen die Eigenschaften der Lösungen zwischen den Eigenschaften der reinen Komponenten liegen und sich aus diesen nach der Mischungsregel berechnen lassen, zu entwickeln und deren Anwendbarkeit auf die konzentrierten Lösungen zu prüfen. So ergibt sich unter

Vernachlässigung der Kompressibilität der Lösung für den osmotischen Druck  $P$  der Lösung die Beziehung

$$P = p - p' = \frac{RT}{V_0} x \left( 1 + \frac{x}{2} + \frac{x^2}{3} + \dots \right),$$

wenn  $p$  den auf die Lösung,  $p'$  den auf das Lösungsmittel ausgeübten Druck, unter der Bedingung, daß Lösungsmittel und Lösung sich an einer wirklich semipermeablen Membran im Gleichgewicht befinden,  $R$  die Gaskonstante,  $T$  die absolute Temperatur,  $x$  das Verhältnis der Anzahl der Moleküle des gelösten Stoffes zur Anzahl der im ganzen vorhandenen Moleküle und  $V_0$  das molekulare Volumen des Lösungsmittels bei normalem Druck bedeutet. Diese Gleichung, die für große Verdünnungen in die van't Hoff'sche Gleichung übergeht<sup>1)</sup>, gibt bei der Anwendung auf konzentrierte wässrige Rohrzuckerlösungen bereits ziemlich befriedigende Resultate, die, wenn man noch die Annahme einführt, daß der Rohrzucker in wässriger Lösung ein Pentahydrat bildet, sogar recht befriedigend werden:

Gramm Rohrzucker in einem Liter der Lösung	Osmotischer Druck bei 0° C in Atmosphären	
	beobachtet von Lord Berkeley und Hartley	thermodynamisch berechnet unter der Annahme der Bildung eines Pentahydrats
180,1	13,95	14,1
300,2	26,77	26,8
420,3	43,97	43,7
540,4	67,51	67,6

Nach einem kurzen Kapitel über die indirekte Bestimmung des osmotischen Druckes, die bekanntlich auf Grund der Verminderung des Dampfdruckes, der Erniedrigung des Gefrierpunktes und der Erhöhung des Siedepunktes von Lösungsmitteln infolge von Auflösung irgendwelcher Stoffe in ihnen beruht, wendet sich Findlay im letzten Kapitel seines Buches den Anschauungen über die Ursache der Osmose und die Wirkung der semipermeablen Membran zu.

Thermodynamisch läßt sich die Ursache für die Osmose in ganz allgemeiner Weise in dem Unterschiede zwischen der freien Energie des Lösungsmittels in reinem Zustande und in der Lösung sehen, ein Unter-

1) Nennt man die Anzahl der Moleküle des Lösungsmittels  $N$ , die des gelösten Stoffes  $n$ , so ist

$$x = \frac{n}{n + N},$$

also

$$P = \frac{RT}{V_0} \left( \frac{n}{n + N} + \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{n}{n + N} \right)^2 + \frac{1}{3} \left( \frac{n}{n + N} \right)^3 + \dots \right)$$

In sehr verdünnten Lösungen ist  $n$  gegenüber  $N$  sehr klein, der Wert des Quotienten

$$\frac{n}{n + N} = \frac{n}{N},$$

also ebenfalls sehr klein. Bei Vernachlässigung der höheren Glieder dieses Bruches nimmt daher die Gleichung für den osmotischen Druck die Form

$$P = \frac{RT}{V_0} \cdot \frac{n}{N} = \frac{n RT}{V}$$

an, wenn das Volumen  $N \cdot V_0$  des Lösungsmittels gleich dem Volumen  $V$  der Lösung gesetzt wird, was ja bei sehr verdünnten Lösungen zulässig ist, d. h. man erhält aus der allgemeinen thermodynamischen Gleichung die van't Hoff'sche Gleichung für die unendlich verdünnten Lösungen.

schied, der sich z. B. auch in einer Verschiedenheit der Dampfdrucke der beiden Flüssigkeiten zu erkennen gibt. Daher findet, wenn Lösung und überschüssiges Lösungsmittel irgendwie direkt in Berührung stehen, ein Ausgleich des Energieunterschiedes statt, oder es tritt, wenn Lösung und überschüssiges Lösungsmittel durch eine Membran getrennt sind, als Äquivalent für den Energieunterschied der osmotische Druck auf. Mit dieser thermodynamischen Betrachtungsweise aber ist nichts über die eigentliche Natur des osmotischen Druckes und über die eigentliche Wirkung der Membran gesagt, hier müssen vielmehr speziellere physikalische Vorstellungen eingreifen, wie sie verschiedene Autoren zu entwickeln versucht haben.

Am populärsten ist heute wohl noch die Auffassung des osmotischen Druckes als Analogon des Gasdruckes, eine Auffassung, der bekanntlich auch *van't Hoff* Ausdruck gegeben hat, allerdings ohne besonderes Gewicht auf sie zu legen. Heute ist sie aber, da sich mit ihrer Hilfe die Größe des osmotischen Druckes in konzentrierten Lösungen nicht deuten ließ, ziemlich allgemein verlassen worden, „jedoch ist es, sagt *Findlay* wohl mit Recht, durchaus nicht ausgeschlossen, daß sie eines Tages wieder aufleben wird“. Heute neigt man mehr zu der Ansicht, daß es sich beim osmotischen Druck um eine Art von hydrostatischem Druck handelt, der seine Ursache vielleicht in Unterschieden in der Oberflächenspannung von Lösung und Lösungsmittel hat.

Auch die einfache Anschauung, daß eine Membran gewissermaßen als Sieb wirke, indem sie die Komplexe, die kleiner als die Maschenweite sind, hindurchlasse, größere Komplexe aber zurückhalte, scheint zurzeit nur wenige Anhänger zu finden, ohne daß sich jedoch bis jetzt eine der anderen bisher besprochenen Anschauungen, etwa die, die auf der Annahme von selektiver Löslichkeit der diffusionsfähigen Stoffe in der Membransubstanz beruht, endgültig hätte durchsetzen können.

So bietet das *Findlaysche* Büchlein viel des Interessanten, und es wird voraussichtlich auch viele Leser finden. Allerdings kann es nicht — darauf glaubt der Referent zum Schluß hinweisen zu müssen — als eine vollständige Monographie der Lehre vom osmotischen Druck angesehen werden. *Findlay* hat die Untersuchungen, die, wie ja auch die Präzisionsmessungen von *Morse* und seinen Schülern und von *Lord Berkeley* und *Hartley* in letzter Linie die Theorie der Lösungen im allgemeinen im Auge haben, in den Vordergrund gestellt und ist daher besonders an den wichtigen und interessanten Arbeiten, die die Kolloidchemie in den letzten Jahren zur Lehre vom osmotischen Druck beigesteuert hat, vorbeigegangen. Für eine etwaige spätere zweite Auflage würde sich eine Ergänzung der kleinen Schrift in dem angedeuteten Sinne vielleicht empfehlen.

Werner Mecklenburg, Berlin-Lichterfelde.

## Zeitschriftenschau.

(Selbstanzeigen.)

Biochemische Zeitschrift; Band 70, Heft 3/4, 1915.

Über die proteolytische Wirkung von Eiweißabbauprodukten; von E. Herzfeld. Verfasser hat experimentell nachgewiesen, daß bei der Dialyse des Trypsins der wirksame Teil in das Dialysat übergeht (Ab-

bauprodukte), wogegen der Hüllensrückstand (Kolloide) unwirksam blieb. Unter den Eiweißabbauprodukten hatten die aliphatischen Aminosäuren eine stärkere proteolytische Wirkung als die aromatischen; besonders auffallend war die Wirkung der gallensauren Alkalien. Bei der Auflösung von Eiweißkörpern sind daran die Abbauprodukte derselben besonders beteiligt. In Säure und Alkali erfolgt zunächst eine Spaltung, die entstandenen Abbauprodukte bewirken dann die Überführung in den kolloidalen Zustand. Lösliche Eiweißkörper enthalten also ihre Spaltprodukte, die denaturierten sind von solchen am grundlichsten befreit. Die Fällung der Eiweißkörper aus ihren Lösungen besteht in der Entfernung oder Umwandlung ihrer Abbauprodukte.

Über den *Yoghurtbazillus*; von F. Ducháček. Es wurde konstatiert, daß die Unterschiede in der Wirkungsweise des typischen *Yoghurtbazillus* und des aus Medizinalpräparaten durch *Effront* isolierten proteolytischen Fermentes nicht in der biochemischen Variation eines und desselben *Bazillus* — wie es *Effront* behauptet (*Compt. rend. de l'Acad. d. Sc. Paris* 151, P. 1007 und 152, P. 463) — zu suchen sei, sondern daß es sich um zwei verschiedene Mikroben handelt.

Untersuchungen über die Diazoreaktion des Hundefarnes und ihre Beziehungen zu Stoffwechselvorgängen; von M. Maflow. Die Ausscheidung des Diazochromogens im Hundeharn erwies sich von den im Nahrungseiweiß und im Carnosin der Fleischnahrung enthaltenen Histidinkomplexen unabhängig, abhängig dagegen vom Gewebeiweißzerfall. Das Diazochromogen gehört anscheinend zur Gruppe der Oxyproteinsäuren.

Untersuchungen über die Wirkung gewisser Arten von Milchsäurebakterien auf Eiweiß und auf andere Stickstoffverbindungen; von A. Stutzer. In der Landwirtschaft sind Impfungen von Futtermitteln mit Kalt-Milchsäurebakterien (*Bact. cucumeris fermentati*) wichtig geworden, weil die bei niedrigen Temperaturen erzeugte Milchsäure konservierend wirkt. *Stutzer* wies nach, daß diese Bakterien eine Zersetzung von Eiweiß unter Bildung von Aminen nicht veranlassen, also das Eiweiß der Futtermittel nicht minderwertig machen. Andererseits sind sie nur schlecht befähigt, eine Eiweißsynthese unter Verwendung einfacherer Stickstoffverbindungen zu vollziehen.

Über die Vergärung der Brenztraubensäure durch Bakterien; von L. Karczag und L. Moczar, E. Breuer und E. Schiff. Die von *Neuberg* und *Karczag* als gärfähig erkannte Brenztraubensäure gerät auch durch eine Anzahl pathogener Mikroorganismen in Gärung. Eine spezifisch biologische Beziehung zwischen Brenztraubensäure und Traubenzucker ist aufgefunden, da die Brenztraubensäure nur von Traubenzucker spaltenden Bakterien (*B. Coli*, *Paratyphi B.*, *Enteritidis Gaertneri*, *Typhi murium*, *Pneumon. Friedländeri*, *Oedemat. maligni*) zerlegt wurde. — *Bact. Coli* vergärt die Brenztraubensäure fast quantitativ zu gasförmigen Produkten (Wasserstoff bis ca. 90 % und Kohlendioxid bis zu ca. 10 %). Als intermediär gebildete Glieder werden die Glykolsäure und Ameisensäure angenommen, welche durch die Brenztraubensäure vergärende Bakterien ebenfalls eine Wasserstoffgärung erleiden.

Über die Anwendung von Borat- und Borsäurelösungen bei der colorimetrischen Messung der Wasserstoffionenkonzentration des Meerwassers; von Sven Palitzsch. Es wird eine neue bequeme Methode zur Darstellung einiger der Vergleichslösungen zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration angegeben. Statt der Mischungen von Borat- und Salzsäurelösungen, welche *S. P. L. Sørensen* (*Biochem. Zeitschr.* 21, 177 [1909]) benutzt hat, sind solche von Borat- und Borsäurelösungen vorgeschlagen worden. Die Reinheit des Borats und der Borsäure sowie die Anwendbarkeit zur colorimetrischen Messung sind genau untersucht worden.



# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 42.

15. Oktober 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1914. Von *Geheimrat Prof. Dr. Karl Scheel, Charlottenburg.* S. 533.

Die Nützlichkeit des Kalkes für die Ernährung des Menschen, der Tiere und der Pflanzen. Von *Dr. B. Heinze, Halle.* S. 536.

### Besprechungen:

Brehms Tierleben. Band VII, Säugetiere. Von *W. Kükenhal.* S. 540.

Brehms Tierbilder. Dritter Teil: Die Säugetiere. Von *R. v. Hanstein.* S. 541.

Przibram, Hans, Experimental-Zoologie. Von *R. v. Hanstein.* S. 541.

Bateson, W., Mendels Vererbungstheorien. Von *E. Lehmann.* S. 542.

Entgegnung. Von *Bastian Schmid.* S. 542.

Physikalische Mitteilungen aus den Gebieten der Radioaktivität und der Elektronik. S. 543.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Ende 1912 erschien

## Landolt-Börnstein Physikalisch-chemische Tabellen

Vierte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

unter Mitwirkung von

Th. Albrecht-Potsdam, K. Arndt-Berlin, K. Bädeker-Jena, O. Bauer-Berlin, W. Bein-Berlin, A. Blaschke-Berlin, H. Böttger-Berlin, W. Böttger-Leipzig, G. Bruni-Padua, A. Denizot-Lemberg, F. Dolezalek-Berlin, F. Eisenlohr-Greifswald, E. Gehreke-Berlin, H. Greinacher-Zürich, E. Gumlich-Berlin, F. Henning-Berlin, W. Herz-Breslau, W. Heuse-Berlin, A. Heydweiller-Rostock, W. Hinrichsen-Berlin, L. Holborn-Berlin, E. Jänecke-Hannover, W. P. Jorissen-Leiden, G. Just-Berlin, J. Koppel-Berlin, R. Kremann-Graz, G. Leithäuser-Hannover, H. Lundén-Stockholm, A. Mahlke-Hamburg, F. F. Martens-Berlin, G. Meyer-Freiburg i. B., H. Philipp-Greifswald, J. D. van der Plaats-Utrecht, Th. Posner-Greifswald, E. Regener-Berlin, V. Rothmund-Prag, H. Rubens-Berlin, O. Sackur-Breslau, C. Sandonnini-Padua, K. Scheel-Berlin, A. Schmidt-Potsdam, O. Schönrock-Berlin, H. v. Steinwehr-Berlin, A. Stirm-Leipzig, K. Stöckl-Passau, H. Tertsch-Wien, S. Valentiner-Klausthal, H. v. Wartenberg-Berlin, F. Weigert-Berlin, H. F. Wiebe-Berlin

und mit Unterstützung der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften

herausgegeben von

**Dr. Richard Börnstein**

Professor der Physik an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin

**Dr. Walther A. Roth**

a. o. Professor der physikalischen Chemie an der Universität zu Greifswald

Mit dem Bildnis H. Landolts

1330 Seiten. Lex.-8°. In Moleskin gebunden Preis M. 56.—

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

**Redaktion der „Naturwissenschaften“**

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblener Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

**Anzeigen** werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 8 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

**Verlagsbuchhandlung von Julius Springer**  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

# Physiologie und Pathologie des Mineralstoffwechsels

nebst Tabellen über die Mineralstoffzusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel sowie der Mineralbrunnen und Mineralbäder

Von

**Dr. Albert Albu,**

und

**Dr. Carl Neuberg,**

Privatdozent für innere Medizin an der Universität  
zu Berlin

Privatdozent und chemischer Assistent am Pathologischen Institut der Universität Berlin

In Leinwand gebunden Preis M. 7.—

# Erdsalzarmut und Entartung

Von

Hofrat Dr. med. **C. Röse**

Preis M. 2.40

# Nährwerttafel

Gehalt der Nahrungsmittel an ausnutzbaren Nährstoffen, ihr Kalorienwert und Nährgeldwert, sowie der Nährstoffbedarf des Menschen

Graphisch dargestellt

Von

**Dr. J. König**

Geh. Reg.-Rat, o. Professor an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster i. W.

Elfte, verbesserte Auflage

Preis M. 1.60

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

15. Oktober 1915.

Heft 42.

## Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichs- anstalt im Jahre 1914.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Charlottenburg,  
Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Wie alljährlich, so hat auch im März des Kriegsjahres der Präsident dem Kuratorium der Reichsanstalt einen Bericht über das abgelaufene Kalenderjahr erstattet, der in der *Zeitschrift für Instrumentenkunde* 35, 96—111, 131—151, 174 bis 191, 1915 im Auszug wiedergegeben ist.

Wie der Bericht erkennen läßt, ist auch die Reichsanstalt durch den Krieg stark in Mitleiden-schaft gezogen. Einerseits ist ihr eine große Zahl ihrer Beamten durch den Eintritt in das Heer verloren gegangen, andererseits sank die Zahl der Prüfungsanträge nach Ausbruch des Krieges auf den meisten Gebieten zunächst bedeutend, hob sich aber bis Januar wieder so, daß schließlich die Gesamt-einnahme aus den Prüfungen im Jahre 1914 mit 112 552 M. die des Jahres 1913 mit 107 997 M. noch übersteigt.

Entsprechend den Beschlüssen in der Sitzung des Kuratoriums im März 1914 wurde am 1. Oktober 1914 eine Reorganisation der Reichsanstalt durchgeführt. Während die Reichsanstalt bisher in eine I. (wissenschaftliche) und eine II. (tech-nische) Abteilung zerfiel, deren letzteren Aufgabe insonderheit die Erledigung der laufenden Prüfungsarbeiten war, besteht die Reichsanstalt nunmehr:

1. aus der Abteilung I für Optik, der Abtei-lung II für Elektrizität und der Abtei-lung III für Wärme und Druck. Jede Ab-teilung untersteht einem Direktor und zer-fällt in zwei Unterabteilungen, von denen der einen (a) die rein wissenschaftlichen Untersuchungen, der andern (b) die tech-nisch-wissenschaftlichen Untersuchungen und die Prüfungsangelegenheiten obliegen;
2. dem Präzisionsmechanischen Laboratorium, dem Chemischen Laboratorium, dem Stör-ungsfreien Laboratorium auf dem Tele-graphenberg bei Potsdam und der Werk-statt. Diese Laboratorien und die Werk-statt unterstehen dem Präsidenten der An-stalt unmittelbar.

Es möge jetzt eine Übersicht über die Arbeiten der Reichsanstalt im Jahre 1914 folgen:

### Abteilung I.

#### Unterabteilung Ia.

Die Untersuchungen über die Hohlraumstrah-lung wurden mit methodischen Verbesserungen

fortgesetzt. Sie umfassen zunächst nach der bereits früher verwandten Methode *neue c-Bestimmun-gen*<sup>1)</sup> und zwar mit dem Vakuum-Kohlenstrahler<sup>2)</sup> zwischen Goldschmelzpunkt und 1400° C. sowie zwischen Goldschmelzpunkt und 1973° C., mit dem Lummer-Kurlbaumschen offenen Strahler zwi-schen Goldschmelzpunkt und 1400° C.; mit dem-selben Modell von linearen Abmessungen der dop-pelten Größe, jedoch relativ kleinerer Öffnung der innersten Blende, zwischen den nämlichen Tempe-raturgrenzen. — Die neueren Versuche zeigen eine größere innere Übereinstimmung als die alten und führen auf einen noch etwas kleineren Wert von *c* als diese.

Mit dem großen Modell des Lummer-Kurl-baumschen Strahlers wurde ein und dieselbe Temperatur nach dem Wienschen Verschiebungs-gesetz und nach dem Stefan-Boltzmannschen Ge-setz ermittelt, dabei der Durchmesser der strahlenden Ofenblende von 5 mm auf 10 mm vergrößert und das Bolometer, um es zu schwärzen, in der Mitte einer spiegelnden Halb-kugel aus Nickel aufgestellt. Unter diesen Um-ständen kam die Temperaturbestimmung nach bei-den Methoden fast zu völliger Übereinstimmung; bei 1400° belief sich die Differenz nur auf 0,5°, entsprechend einem um 1‰ kleineren Wert von *c*.

Eine *rationelle Lichteinheit* läßt sich wohl nur durch die Hohlraumstrahlung gewinnen, wobei es sich darum handelt, eine Temperatur des Strahlers von ungefähr 2000° C. festzuhalten und zu repro-duzieren. Versuche in dieser Richtung sind mit dem Vakuum-Kohlestrahler begonnen. Zur Repro-duktion der Temperatur kam zunächst die Methode von Lummer und Kurlbaum zur Anwendung, bei welcher auf eine gewisse Schwächung der Gesamt-strahlung durch ein bestimmtes Absorbens einge-stellt wird. Als solches diente eine 2 cm dicke Schicht einer 10 prozentigen Kaliumbichromat-lösung zwischen Quarzplatten. Es gelang so, die Lichtstrahlung bis auf 0,4 % zu reproduzieren.

Die Untersuchung über den Einfluß der Wel-lenlänge und des Druckes auf die *photochemische Ozonisierung* ist beendet. Die Ozonisierung er-gibt sich durchweg kleiner, als das Einsteinsche

1) *c* bedeutet die Exponentialkonstante im Wien-Planckschen Strahlungsgesetze  $E = C \frac{\lambda^{-5}}{e^{c/\lambda T}}$ , wo  $\lambda$  die Wellenlänge,  $T$  die absolute Temperatur be-zeichnet.

2) Für höchste Temperatur benutzt man als Strah-ler ein vom elektrischen Heizstrom durchflossenes Kohlerohr, das in einem evakuierten Kasten montiert ist; der offene Strahler befindet sich ohne diesen Schutz in der atmosphärischen Luft.

Äquivalenzgesetz<sup>1)</sup> verlangt; sie beträgt für die Wellenlänge  $\lambda = 0,209 \mu$  bei einem Druck von 125 kg/qcm 92 bis 95% des theoretischen Wertes, kommt also diesem hier ziemlich nahe. Doch werden die Abweichungen von dem Gesetz größer, wenn man zu höheren Drucken und größeren Wellenlängen übergeht. So wurden für  $\lambda = 0,209$  beim Druck 300 77 %, für  $\lambda = 0,253$  beim Druck 125 55 % und beim Druck 300 nur 29 % des theoretischen Wertes beobachtet.

Um die Grundannahme des Einsteinschen Gesetzes weiter zu verfolgen, wurde die Absorption des Sauerstoffes für  $\lambda = 0,209$  und  $0,253$  bei Drucken zwischen 30 und 400 kg/qcm untersucht, wobei sich starke Abweichungen vom Beerschen Gesetze  $J = J_0 \cdot e^{-a \cdot d}$  herausstellten. Für  $\lambda = 0,209$  fügten die beobachteten Intensitäten  $J$  sich angenähert der Formel, wobei  $d$  zwischen 1,72 und 0,142 cm variierte, und es ergab sich für 95proz. Sauerstoff zwischen Drucken  $p = 30$  und 400 eine Formel, die sich für nicht zu große  $p$  auch theoretisch begründen läßt. Weiter wurde die Absorption von Gemischen aus Sauerstoff und dem für sich nicht absorbierenden Stickstoff erheblich größer gefunden als für reinen Sauerstoff von einem Druck gleich dem Partialdruck des Sauerstoffs im Gemisch. Kurz, es zeigten sich hier ähnliche Erscheinungen, wie sie für die Absorption im Ultrarot von K. Ångström beobachtet und von Frl. E. v. Bahr an verschiedenen Gasen genauer untersucht sind. Für  $\lambda = 0,253$  sind die Abweichungen vom Beerschen Gesetz viel kleiner als für  $\lambda = 0,209$ .

Im Verlaufe der Arbeiten zur genauen Ermittlung von  $\epsilon/\mu$  wurden Platten aus Platin, Gold, Kupfer, Zink, die durch Kathodenzerstäubung gründlich gesäubert waren, im Vakuum mit einer Quecksilberquarzlampe bestrahlt und untersucht, ob sich reproduzierbare Aufladepotentiale der Metallplatten erzielen ließen. Es ergab sich eine Abhängigkeit des Aufladepotentials in erster Linie von dem Gase, in dem die Zerstäubung vorgenommen worden war, und nur eine geringfügige Abhängigkeit von dem Metall. Nur am Aluminium ließen sich keine reproduzierbaren Aufladepotentiale erhalten.

Es wurden 395 stark radioaktive Präparate geprüft, deren Gesamtgehalt 8230 mg (gegen 2271 mg im Vorjahr) Radiumelement entsprach. Unter diesen waren 49 Mesothorpräparate mit einem Radiumäquivalent von 1181 mg. Ferner wurden 13 schwach radioaktive Präparate untersucht, die Radiummengen von  $10^{-5}$  bis  $10^{-4}$  mg Radiumelement pro Gramm Substanz enthielten. — Es ist ein Apparat konstruiert worden, der erlaubt, schwach radioaktive Substanzen durch Messung ihrer  $\gamma$ -Strahlung zu untersuchen. Ein Gehalt von  $10^{-4}$  mg Radiumelement im cem der betreffenden Substanz kann mit einer Genauigkeit

von  $\pm 1$  %, ein Gehalt von  $10^{-5}$  mg pro cem mit einer Genauigkeit von 10 % gemessen werden.

#### Unterabteilung I b.

Die Prüfungen erstreckten sich auf 74 beglaubigte Hefnerlampen, 113 Kohlefadenlampen als Normallampen für photometrische Zwecke<sup>1)</sup>, 286 Metallfadenlampen<sup>2)</sup> (davon 261 Normallampen), 8 Kohlenpaare für Gleichstrombogenlampen, 1 Neonlampe<sup>2)</sup>, 4 Hängegasglühlichtapparate, 18 Lampenglocken; ferner 9 Saccharimeter-Quarzplatten und 3 dicke Quarzstücke; endlich 18 Gläser auf dioptrische Eigenschaften.

Seit Bestehen des Leuchtmittel-Steuergesetzes ist die Reichsanstalt von Steuerbehörden vielfach zur Klärung von Meinungsverschiedenheiten mit experimentellen Untersuchungen und gutachtlich in Anspruch genommen. Diese Tätigkeit hat trotz des Krieges im Berichtsjahre noch gegen früher zugenommen.

Dagegen hat die Tätigkeit der Vereine, die sich mit photometrischen Fragen beschäftigen und an deren Arbeiten Beamte der Reichsanstalt beteiligt waren, durch den Krieg eine Unterbrechung erlitten. In der ersten Jahreshälfte 1914 waren Kommissionen der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft sowie des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern in den Fragen der photometrischen Einheiten und Größen sowie einer einheitlichen Bewertung von Lichtquellen tätig.

Vorversuche zur Bestimmung der Lichtdurchlässigkeit auf photoelektrischem Wege sind für das Wellenlängengebiet von etwa  $\lambda = 600 m\mu$  bis  $\lambda = 250 m\mu$  abgeschlossen. Für das sichtbare Gebiet sollen Kaliumzellen und für das ultraviolette Gebiet Zinkzellen zur Anwendung kommen.

#### Abteilung II.

##### Unterabteilung II a.

Nachdem Kohnstamm und Cohen für das Hydrat  $\text{CdSO}_4 \cdot 8/3 \text{H}_2\text{O}$  die Existenz eines Umwandlungspunktes bei  $15^\circ$  behauptet haben, und diese Behauptung durch Versuche von Holsboer gestützt worden war, sind in der Reichsanstalt neue Untersuchungen über das thermochemische Verhalten der Cadmiumsulfatlösungen angestellt. Die Untersuchungen beweisen, daß die von Cohen aufgestellte Behauptung nicht aufrecht erhalten werden kann.

Die Firma E. de Haën, Chemische Fabrik „List“ G. m. b. H. in Seelze bei Hannover stellt Merkursulfat für Normalelemente nunmehr in

<sup>1)</sup> Nach den Erfahrungen der Reichsanstalt eignen sich Kohlefadenlampen besser zu Normallampen als Metallfadenlampen.

<sup>2)</sup> Bei der Neon-Lampe befindet sich das Gas in einem Glasrohr, das nahezu die Gestalt eines quadratischen Rahmens hat. Die Lichtverteilung ist in allen Ausstrahlungsrichtungen nahezu gleichförmig; das von jedem Volumenelement ausgestrahlte Licht wird also auf seinem Wege innerhalb des leuchtenden Gases nur wenig geschwächt.

<sup>1)</sup> Das Einsteinsche Äquivalenzgesetz sagt aus, daß die Zahl der zersetzten Moleküle gleich der Anzahl der absorbierten Elementarquanten ist.

größeren Mengen unter Beachtung der ihr zu diesem Zweck gegebenen Anweisungen der Reichsanstalt her. Das Merkursulfat wird unter einer gesättigten Lösung von Cadmiumsulfat aufbewahrt, so daß es zur Herstellung von Weston-Normalelementen ohne weiteres zu verwenden ist, und kann in Flaschen zu  $\frac{1}{2}$  kg von der Firma zum Preise von 50 M. pro Flasche bezogen werden. Der gesamte von der Firma hergestellte Vorrat wird der Reichsanstalt zugeschickt und durch die Herstellung von Probeelementen, die zwei bis drei Monate unter Beobachtung gehalten werden, auf sein Verhalten in elektrochemischer Hinsicht geprüft. Die Firma erhält dann das Präparat in plombierten Flaschen zum Verkauf zurück, so daß jede Gefahr einer Verwechselung ausgeschlossen ist.

Die in früheren Tätigkeitsberichten bereits erwähnte Bestimmung des Temperaturkoeffizienten des Widerstandes von Quecksilber zwischen  $0^\circ$  und  $100^\circ$  ist nunmehr abgeschlossen. Hiernach zeigen zwei *Quecksilber-Widerstandsthermometer* in Quarzglasrohr bei allen Temperaturen innerhalb der Beobachtungsfehler von einigen Millionstel des Widerstandes dasselbe Widerstandsverhältnis. Die „scheinbare Widerstandsänderung“ des Quecksilbers im Quarzglas ist durch folgende Formel gegeben:

$$R_t = R_0 (1 + 888,80 \times 10^{-6} \cdot t + 0,9923 \times 10^{-6} \cdot t^2),$$

woraus unter Berücksichtigung der Ausdehnung des Quarzglases sich die „wahre Widerstandsänderung“ des Quecksilbers ergibt

$$R_t = R_0 (1 + 889,15 \times 10^{-6} \cdot t + 0,9936 \times 10^{-6} \cdot t^2).$$

Die von *Günther Schulze* ausgeführten oszillographischen Aufnahmen von Kurvenformen bei elektrolytischen und *Quecksilbergleichrichtern* veranlaßten theoretische Untersuchungen über diese Kurvenformen, die besonders veröffentlicht worden sind.

Messungen über die *Wärmeleitung von Metallen*, über die schon im vorjährigen Bericht Mitteilung gemacht wurde, sind fortgeführt und zwar zunächst an einem elektrolytisch hergestellten Kupferstäbchen von Siemens & Halske zwischen  $20^\circ$  und  $373^\circ$  abs. Es ergab sich, daß für das untersuchte Kupfer die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  bei  $20^\circ$  abs. etwa viermal so groß ist wie bei  $273^\circ$  abs.

und daß die Größe  $\frac{\lambda}{\kappa T}$  ( $\kappa$  = elektrische Leitfähigkeit,  $T$  = absolute Temperatur), die nach dem Lorenzschen Gesetz konstant sein sollte, bei  $20^\circ$  abs. nur noch etwa den siebenten Teil des Wertes bei  $273^\circ$  abs. hat. — Die Messungen wurden dann mit verbesserter Apparatur an dem Kupfer (Cu I) und an einem weniger reinen Kupferdraht Cu II sowie an Gold und Blei wiederholt. Dabei ergab sich, daß die von *Jaeger* und *Diesselhorst* gefundenen Abweichungen vom *Wiedemann-Franz'schen Gesetz*<sup>1)</sup> auch bei den rein-

sten Materialien bestehen bleiben; daß bei den untersuchten Materialien eine starke Abweichung vom Lorenzschen Gesetze, und zwar bei allen im selben Sinne vorhanden ist, daß die Wärmeleitfähigkeit, die zwischen  $273^\circ$  und  $373^\circ$  abs. nahezu konstant ist, bei Cu I, Gold und Blei beim Heruntergehen zu tiefen Temperaturen stark anwächst. Sowohl

der Abfall von  $\frac{\lambda}{\kappa T}$  wie derjenige von  $\frac{1}{\lambda}$  erfolgt

bei den untersuchten reinen Metallen nicht annähernd proportional der Temperaturabnahme, sondern verläuft in ähnlicher Weise wie der Abfall der Atomwärme. Der thermische Widerstand hat für Cu II bei  $20^\circ$  abs. innerhalb der Beobachtungsfehler denselben Wert wie für das sehr reine Cu I, was um so bemerkenswerter ist, als bei Cu I die elektrolytischen Kristalle erhalten waren, während Cu II gezogenes Kupfer ist. — Ein Ultra-leitendwerden im Sinne von *Kamerlingh Onnes* konnte an Cu I selbst bei  $16^\circ$  abs. noch nicht beobachtet werden. — Zu diesen Versuchen wurden mit gutem Erfolge metallische Vakuummantelgefäße verwendet, welche am Boden des inneren Mantels zwischen beiden Mänteln Kokosnußkohle enthalten, so daß beim Eingießen von flüssiger Luft in das Gefäß die im Vakuummantel enthaltenen Gasreste von der sich abkühlenden Kohle absorbiert werden.

Nach der Theorie, welche den *Para- und Ferromagnetismus auf kreisende Elektronen zurückführt*, entspricht jeder Magnetisierung ein Impulsmoment der kreisenden Elektronen, jeder Änderung der Magnetisierung  $M$  also ein auf den Körper wirkendes (scheinbares) Drehmoment. Angestellte Versuche bezweckten den qualitativen und quantitativen Nachweis dieses Drehmomentes  $D$ , welches nach der Theorie durch die Gleichung

$$D = \frac{2\mu}{\epsilon} \frac{dM}{dt} = 1,13 \cdot 10^{-7} \frac{dM}{dt}$$

bestimmt ist. Die Versuche wurden mit einem Eisenstäbchen ausgeführt, welches an einem Glasfaden vertikal in einem vertikalen Solenoidfelde aufgehängt war. Es wurden die Drehschwingungen beobachtet, welche das Stäbchen ausführte, wenn das Solenoid mit einem Wechselstrom gespeist wurde, dessen Frequenz mit der Eigenfrequenz der Drehschwingungen des Stäbchens nahezu übereinstimmte. Die Versuche ergaben eine qualitative und quantitative (etwa 10 % Unsicherheit) Bestätigung der Theorie.

Die Vorversuche und Konstruktionsarbeiten für eine Hochspannungsinfluenzmaschine sind zu Ende geführt. Für die erforderlichen 12 großen rotierenden Hartgummischeiben wurden auf Grund ermittelter Materialkonstanten genaue Querschnittsberechnungen durchgeführt. Versuche an einer Probescheibe ergaben in Bestätigung der Rechnung, daß die Umfangsgeschwindigkeit dieser Scheiben und damit ihre Elektrizitätslieferung pro Einheit der Scheibenfläche

<sup>1)</sup> Das *Wiedemann-Franz'sche Gesetz* behauptet, daß die Wärmeleitfähigkeit der Metalle proportional ihrer elektrischen Leitfähigkeit ist.



unbedenklich auf das Doppelte des von *Abraham* und *Villard* bei ihrer Hochspannungs-Influenzmaschine Erreichten gesteigert werden kann.

(Schluß folgt.)

## Die Nützlichkeit des Kalkes für die Ernährung des Menschen, der Tiere und der Pflanzen<sup>1)</sup>.

Von Dr. B. Heinze, Halle a. d. Saale.

Einzelne Verbindungen des Calciums spielen fast bei allen Lebewesen eine äußerst wichtige Rolle. Nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung scheinen nur wenige *Mikroorganismen*, insbesondere eine Anzahl *niedrigster Pilze und Algen* im Gegensatz zu allen höheren Lebewesen noch ohne jede Spur von Calcium auszukommen und sich befriedigend entwickeln zu können. — Jedoch auch für die weitaus meisten niedrigsten Lebewesen ist das Calcium ein völlig unentbehrlicher Stoff und gerade durch die neueren Ergebnisse auf dem Gebiete der Bodenbakteriologie wissen wir, daß durch einen ausreichenden Kalkgehalt der einzelnen Bodenarten oder der sonst verwendeten Nährmittel bzw. durch eine verstärkte Kalkzufuhr mancherlei durch Kleinwesen ausgelöste Umsetzungen ganz wesentlich gefördert werden.

Nach unseren eigenen Beobachtungen spielt der kohlen saure Kalk — neben der kohlen sauren Magnesia und anderen Stoffen (wie Phosphaten) — besonders bei der Stickstoffbindung und Stickstoffsammlung durch Bodenorganismen eine wichtige Rolle. Für viele Kleinwesen können die mannigfachen organischen Calciumsalze an Stelle von Zucker, Stärke, Holzfasern usw. als gute Kohlenstoffquellen dienen. Schon früher hat *Loew* die Anwesenheit von Calcium in den Zellkernen angenommen, und nach den vorliegenden neuesten Mitteilungen von *Emmerich* und *Loew* ist das Calcium in organischer Bindung ein wesentlicher Bestandteil sämtlicher Zellen; im übrigen scheint wohl durchweg eine Bindung des Calciums an den Zellkern vorzuliegen.

Bei Verwendung von Kalk entziehenden Mitteln schrumpfte nach *Loew* z. B. der Zellkern von Algenzellen sofort zusammen. Unter dem Einflusse einer 2proz. Lösung von oxalsaurem Kali wird der Kern sehr stark zusammengezogen und stirbt ab. Nach *Emmerich* und *Loew* nimmt nun der Kalkgehalt mit der Größe der Zellkerne

<sup>1)</sup> Unter besonderer Berücksichtigung der neueren Veröffentlichungen von *Emmerich* und *Loew* (Arbeiten aus dem hygienischen und botanischen Institut der Universität München). Vorwiegend in den landwirtschaftlichen Jahrbüchern, in der Zeitschrift für Hygiene, in der Zeitschrift für das gesamte Getreidewesen und in einer Schrift „Über die Wirkung der Kalksalze bei Gesunden und Kranken“ (Verlag der Ärztlichen Rundschau bei Otto Gmelin in München). In einer kleinen Schrift des gleichen Verlages behandelt Dr. *Ernst Frank* die „Kalkdiät“ eingehender.

in den einzelnen Körperteilen zu. Für die höheren Pflanzen ist übrigens das Calcium wahrscheinlich besonders deswegen sehr wichtig und geradezu notwendig, weil es die ziemlich stark saure Oxalsäure<sup>1)</sup>:  $\text{HOOC} = \text{COOH}$  bzw. die ihr ähnlichen höheren zweibasischen Bicarbonensäuren, die Malonsäure<sup>2)</sup>  $\text{COOH} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$  und Bernsteinsäure<sup>3)</sup>  $\text{COOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$  in den Pflanzen als schwer lösliche Salze zu fällen vermag. Möglicherweise ist aber das Calcium im Pflanzenreiche nicht immer so notwendig und unentbehrlich gewesen wie jetzt. Das von anderen niederen Algenformen verschiedentlich abweichende Verhalten der Grünalgen *Spirogyra* und *Vaucheria* deutet vielmehr gerade darauf hin, daß die vollständige Abhängigkeit der Pflanzen vom Calcium erst eine allmählich erworbene Eigenschaft ist, und zwar eine solche, die erst im Zusammenhang mit der sog. Assimilation, mit der Fähigkeit der Aufnahme des Kohlenstoffs der  $\text{CO}_2$  der Luft, erworben<sup>4)</sup> wurde. Einen Einfluß vorläufig noch unaufgeklärter Art soll das Calcium als wirksamer Stoff bei der enzymatischen Pektatausfällung in den Zellwänden ausüben. Mit Ausnahme des giftigen Flußspates können alle natürlichen Calciumverbindungen von den Pflanzenwurzeln aufgenommen und verarbeitet werden. Calcium kommt auch in den Samenproteinen, den Vorratseiweißstoffen, jedoch nur in sehr geringen Mengen vor; auch bestehen wohl im allgemeinen keine besonderen Beziehungen zwischen Calciumgehalt und Eiweißreichtum. Im übrigen scheinen alle blattartigen Pflanzenteile (und mit diesen zugleich alle die Pflanzen, bei denen solche vorzugsweise entwickelt sind) reich an Calcium zu sein, während Wurzeln und Knollen der Gewächse mit unterirdischen Vorratstoffbehältern und ferner die Körner der Getreidearten — weniger die ölhaltigen Samen — eine verhältnismäßig kalkarme Asche aufweisen. Eine unregelmäßige Verteilung eines Aschebestandteils deutet nach *Adolf Mayer* in der Regel auf eine besondere Aufgabe des betreffenden Stoffes. Nach manchen Forschern soll dem Kalk namentlich die eine Aufgabe zukommen, den Pflanzen zwecks Eiweißbildung die Phosphorsäure und Schwefelsäure zuzu-

<sup>1)</sup> Die Kleesäure oder Oxalsäure kommt in vielen Pflanzen vor, zumal im Sauerklee (*Oxalis acetosella*), von dem auch ihr Name stammt, und im Sauerampfer (*Rumexarten*) und zwar als saures Kaliumsalz ( $\text{HOOC} = \text{COOK}$ ). Frei findet sich die Kleesäure in Steinpilzen (*Boletusarten*); als Natriumsalz ( $\text{NaOOC} = \text{COONa}$ ) in Glasschmalzarten (*Salicorniaarten*); als Kalksalz in der Rhabarberwurzel usw.

<sup>2)</sup> Die Malonsäure findet sich u. a. besonders in der Runkelrübe vor.

<sup>3)</sup> Die Bernsteinsäure findet sich zunächst sehr reichlich im Bernstein, einigen Harzen und Braunkohlen, dann aber auch in vielen Pflanzen wie in den Compositen, in Papaverarten, in unreifen Weintrauben, ferner auch im Urin, im Blut usw.

<sup>4)</sup> Handbuch über die Grundlagen und die Ergebnisse der Pflanzenchemie (Teil II und III, Seite 152).

führen, deren Salze alsdann von der Oxalsäure wiederum zerlegt werden, um bei Bildung von Stickstoffverbindungen verwertet zu werden<sup>1)</sup>. Von anderen Forschern wird auf die engen Beziehungen des Kalkes zu den Kohlehydraten hingewiesen. Es konnte jedoch noch nicht näher festgestellt werden, ob dabei der Kalk die Lösung der Stärke oder ihre Fortbewegung in irgendeiner Weise mitbedingt<sup>1)</sup>. Auf die wichtige und vorteilhafte Wirkung des Kalkes innerhalb der Pflanze durch Bindung von organischen Säuren, namentlich der oft reichlich gebildeten Kleesäure, wurde oben schon hingewiesen. Neben diesen Wirkungen, insbesondere neben der Beseitigung von Giftwirkungen löslicher organischer Säuren und deren Salzen hat indessen der Kalk unstreitig auch noch manche andere Bedeutung im Stoffwechsel der Pflanzen<sup>1)</sup>, die wir freilich noch nicht näher kennen. Jedenfalls tritt nach alledem das Calcium sehr regelmäßig in den Pflanzenaschen auf und es ist noch keine höhere Pflanze auf diesen Grundstoff geprüft worden, bei der man nicht beträchtliche Mengen hätte feststellen können<sup>1)</sup>. Alle Versuche, welche zur Entscheidung der Frage nach der Bedeutung des Calciums für die Pflanzen bisher angestellt wurden, haben nach *Adolf Mayer* u. a. das übereinstimmende, sichere Ergebnis gezeitigt, daß keine höhere Pflanze zu befriedigender Entwicklung gebracht werden kann, wenn sie nicht schon als junge Keimpflanze ausreichende Mengen aufnehmbarer Calciumverbindungen in ihrer nächsten Umgebung vorfindet. Auch macht sich nach verschiedenen Beobachtungen der Mangel an Kalk oft schon so frühzeitig bemerkbar, daß vor dem Eingehen der Pflänzchen nicht einmal die organische Nahrung, welche im Samen (in den Vorratsstoffbehältern) angehäuft ist, von den Keimpflanzen vollständig verbraucht werden kann. Je nach dem verschieden großen Kalkbedürfnisse der Pflanzen ist jedenfalls eine verstärkte Kalkzufuhr, zumal bei unmittelbarem Kalkmangel gewisser Böden, sehr bedeutungsvoll und bietet den einzelnen zum Anbau verwandten Nutzpflanzen große Vorteile.

Im Gegensatz zu den Pflanzen braucht der tierische Körper zu seiner Ernährung vor allem auch organische Stoffe, und zwar in sehr reichlicher Menge. Außer dieser organischen Nahrung sind aber gleichfalls bestimmte Mineralstoffe zu seiner Entwicklung notwendig und für ihn im allgemeinen nicht weniger wichtig, als für die Pflanzen. Im Blute macht das Chlornatrium ungefähr die Hälfte aller

Mineralstoffe aus. Die beiden nächstwichtigen Blutsalze sind das doppeltkohlensaure Natrium und das sekundäre oder zweibasische phosphorsaure Natrium. Das primäre oder einbasische sowie das sekundäre (zweibasische) phosphorsaure Kalium spielt neben der phosphorsauren Magnesia in sämtlichen Zellen, wie beispielsweise in den Drüsen-, Muskel- und Nervenzellen eine überaus wichtige Rolle: In gleicher Weise das Eisen im Blutfarbstoffe und das Jod in der Schilddrüse. Phosphorsaures Calcium ist einer der wichtigsten Bestandteile der Zähne und der Knochen. Wie schon oben erwähnt wurde, ist nach *Emmerich* und *Loew* der Kalk in organischer Bindung außerdem noch ein wesentlicher Bestandteil sämtlicher Zellen, und zwar an den Zellkern gebunden. Auch wurde schon betont, daß der Kalkgehalt tatsächlich mit der Größe der Zellkerne in den einzelnen Körperteilen nicht unerheblich zunimmt. Bei alledem muß wohl beachtet werden, daß die Drüsen, welche für viele Lebensvorgänge überaus wichtig sind (wie z. B. Leber, Niere, Bauchspeicheldrüse, ferner die Lunge und die Ganglienzellen der Hirnsubstanz), auffallend kalkreicher als die Muskeln sind. Unter den Muskeln wiederum ragt einer durch einen viel höheren Kalkgehalt vor den anderen hervor: der Herzmuskel; sein Kalkgehalt ist dem der Drüsen ungefähr gleich. Die Drüsen enthalten im allgemeinen durchschnittlich das Vielfache des Calciumgehaltes der Muskeln. Ferner ist nach *Emmerich* und *Loew* das Verhältnis von Kalk zur Magnesia bei den Muskeln ein auffallend anderes als bei den Drüsen.

Durch die Stoffwechselvorgänge verliert nun der Körper tagtäglich eine gewisse Menge Kalk, was nach *Emmerich* und *Loew* besonders bei längeren Hungerperioden durch den im Harn erscheinenden Kalk, der von den Knochen und anderen Körperteilen herrührt, leicht nachgewiesen werden kann. Nach diesen beiden Forschern ist jedenfalls in den meisten Nahrungsmitteln eine gewisse Kalkarmut unverkennbar, worauf auch schon von anderer Seite besonders hingewiesen worden ist. Bei Fleischnahrung zum Beispiel wird im wesentlichen lediglich das kalkarme Muskelfleisch der Schlachttiere genossen, das für leichter verdaulich gilt als die viel kalkreicheren Drüsen, wie die Leber und Niere. Auch das Brot ist kalkarm, hat aber gleich dem Muskelfleisch an Kali und Phosphorsäure keinen Mangel. Diese beiden Stoffe und Magnesia sind vielmehr im Brot recht reichlich vorhanden. Die Kartoffeln sind gleichfalls kalkarm und haben bei reichlichem Kali- und Magnesiumgehalte doch wesentlich weniger Phosphorsäure als Fleisch und Brot. Ferner ist auffallend kalkarm auch das Bier, das nur etwa 80 Milligramm Kalk im Liter enthält; es ist aber verhältnismäßig reich an phosphorsaurem Kali. Auch Obst ist sehr arm an Mineralstoffen. Die Wurzelgemüse nehmen in dieser Hinsicht im allgemeinen eine günstigere Stellung ein. Wie oben schon angedeutet wurde, sind am besten die Blatt-

<sup>1)</sup> Vergleiche besonders *D. Meyer*: „Die Kalk- und Magnesiadüngung.“ Berlin 1910, Verlag P. Parey. Ebenso u. a. die näheren Mitteilungen von *Adolf Mayer* in dessen bekanntem Lehrbuche der Agrikulturchemie: Sehr anspruchsvoll gegenüber dem Kalk sind übrigens vor allem die weitaus meisten Hülsenfrüchte und Kleearten. Sie sind fast durchweg außerordentlich kalkreich und mithin auch aus diesem Grunde für die menschliche und tierische Ernährung sehr wichtig.

gemüse, wie Spinat und Krautarten, die 10—20 % Mineralstoffe in der trockenen Masse, also 10 bis 15 mal soviel wie Obst, Fleisch und Brot aufzuweisen haben. Sehr kalkreich sind vor allem Körner und Kraut der Hülsenfrüchte und Kleearten, wenn auch zuweilen bei ihnen der Gehalt an Kalk nicht unerheblich schwankt.

Viele Menschen beschränken ihre Nahrung namentlich auf Fleisch, Kartoffeln und Brot, und es ist nach *Emmerich* und *Loew* sehr wohl möglich, daß vor allem der Kalkmangel in solcher Nahrung zum Teil die Schuld an dem blassen Aussehen und an der Nervenschwäche dieser Menschen trägt. Wenn alsdann der Kalkmangel einen größeren Umfang annimmt, wie z. B. bei den im Wachstum begriffenen blutarmen Kindern, dann zeigt sich das Kalkbedürfnis öfters ganz unbewußt darin, daß der Kalk von der Mauer abgekratzt und verzehrt wird, oder daß von ihnen in der Schule die Schreibkreide gekaut und gegessen wird. In ganz ähnlicher Weise tritt bei Kälbern die Lecklust auf, wobei sie den Mörtel von der Mauer abfressen; dies kann öfters auch bei Schweinen und Pferden beobachtet werden. Aus gleichem Grunde pflegen die Hunde kalkreiche Knochen zu fressen. In ähnlicher Weise erklärt sich bei Schafen und Hühnern das Wegfressen der Wolle und das Ausreißen der Federn.

Das Trinkwasser, das nach der Meinung vieler Menschen hauptsächlich den Kalkbedarf des Körpers decken soll, ist in manchen Gegenden, z. B. in der Urgebirgsformation, äußerst kalkarm. Aber auch ein kalkreiches Trinkwasser würde für sich allein keineswegs hinreichen, bei sonstiger kalkarmer Ernährung den Körper mit genügenden Kalkmengen zu versorgen, denn in einem Liter derartigen Wassers ist im Durchschnitt nur 0,1 g Kalk enthalten, während nach *Emmerich* und *Loew* die kleinste täglich notwendige Kalkmenge beim Menschen auf 0,5 g geschätzt werden kann. Andererseits haben die Gegenden mit kalkreichem Trinkwasser häufig auch kalkreiche Böden. Infolgedessen pflegen auf solchen Böden die landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Pflanzen mehr Kalk aufzunehmen, als in kalkarmen Gegenden. Sie speichern dann diesen Überschuß über ihr gewöhnliches Kalkbedürfnis in Gestalt von Salzen im Zellsaft der einzelnen Zellen auf. Daher sind auch Gräser und Gemüse aus solchen Gegenden im allgemeinen erheblich kalkreicher als aus kalkarmen Gegenden, was Tieren und Menschen gleichzeitig zugute kommt. Von beiden Forschern wird alsdann darauf hingewiesen, wie *Röse* mittels umfangreicher Zahlenzusammenstellungen gezeigt hat, daß der Kalkgehalt eines Bodens und des Trinkwassers einer Gegend einen großen Einfluß auf die Güte der Zähne, auf den Brustumfang des Körpers, wie auch auf die Stillzeit der Frauen ausübt. Kalkarme Gegenden mit kalkarmen Bodenerzeugnissen und kalkarmem Trinkwasser liefern nach *Röse* weniger militärtaugliche Leute als kalkreiche Gegenden.

Von vielen Ärzten wurden schon früher vorzügliche Heilwirkungen bei der Darreichung leicht aufnehmbarer Kalksalze, insbesondere des Chlorcalciums mitgeteilt. Sämtliche älteren ärztlichen Erfahrungen wurden jedoch kaum beachtet und bald wieder vergessen. Erst nachdem *Loew* zeigen konnte, daß Kalk in organischer Bindung einen überaus wichtigen Bestandteil der Zellkerne bildet, sind die früher ganz unverständlichen Wirkungen auf den ganzen Körper verständlich geworden, und es muß für den gesunden, noch mehr aber für den durch Krankheit geschwächten Körper außerordentlich förderlich sein, wenn für das Kalkbedürfnis während der Stoffwechselvorgänge stets ein genügender Vorrat in den Zellen vorhanden ist. Nach *Emmerich* und *Loew* wird jedoch das Kalkbedürfnis der Zellen auch bei gemischter Kost von Fleisch und Gemüse nur notdürftig gedeckt. Bei längeren Krankheiten kommt daher öfters ein gewisser Kalkmangel zustande, und beide Forscher stimmen mit Professor *Hans Horst Meyer* überein, wenn dieser betont: Eine Steigerung des Kalkgehaltes des Körpers kann die Lebensfähigkeit der Körperteile erhöhen. Der Gehalt des Körpers an Kalk ist für seine ganze Stimmung und seinen Zustand wichtig, vor allem für seine Widerstandsfähigkeit.

Als beweisend hierfür werden zunächst manche Beobachtungen über den Einfluß von Kalk- und Gipsstaub auf Verhinderung und Heilung der Tuberkulose sowie ähnliche Krankheitsfälle näher erörtert. *Emmerich* und *Loew*, ebenso andere Forscher vorher, haben Chlorcalcium mit sehr gutem Erfolge selbst gegen schwerere Fälle von Tuberkulose mit Blutauswurf angewendet. Als altes Volksheilmittel gegen Lungenblutungen wurden und werden vielfach gepulverte Eierschalen (kohlenaurer Kalk) gebraucht. Auch bei Diphtheriefällen hat man günstige Wirkungen einer vermehrten Zufuhr von Kalksalzen erzielt. Ebenso wurden allerlei Entzündungen bei jodempfindlichen Personen als Vorbeugungsmittel gegen Ausbruch des Jodismus, ferner in Fällen von Knochenbrüchen, in manchen Fällen von Hautkrankheiten, krankhafter Nerventätigkeit, sowie in Fällen von Zuckerruhr geeignete Kalkgaben erfolgreich angewandt, bei Diabetes als bestes Salz ebenfalls Chlorcalcium. Auch bei Typhus und Gicht wird Kalk empfohlen. Weitere Versuche wären sehr erwünscht, zumal von einzelnen Versuchsanstaltern auch weniger günstige Wirkungen, z. T. sogar schädliche Einflüsse beobachtet wurden.

*Emmerich* und *Loew* halten es für angezeigt, Genesenden Kalksalze zu geben, und zwar Chlorcalcium als geeignetstes Salz. Am besten werden 100 g Chlorcalcium *crystallisatum*<sup>1)</sup> mit Wasser zu 500 ccm gelöst. Von

<sup>1)</sup> Das kristallisierte Chlorcalcium —  $\text{CaCl}_2$  — bildet große farb- und geruchlose Kristalle von bitterem, salzigem, für viele recht unangenehmem Geschmack. Jedenfalls bietet es nach *Emmerich* und *Loew* mehr

dieser Lösung sind nach *Emmerich* und *Loew* morgens, mittags und abends je ein Teelöffel voll (entsprechend im ganzen 1,5 g wasserfreien Chlorcalciums) in einem Glas Wasser oder als Zusatz zu Suppen usw. zu nehmen. Auch Gesunden wird eine tägliche Zufuhr von 1—1,5 g Chlorcalcium in der soeben erwähnten Weise dringend angeraten, um einen Kalkmangel in der Nahrung auszugleichen. Eine solche regelmäßige Zufuhr von Kalk wird von den genannten Forschern für ebenso wichtig gehalten, wie die Zufuhr des gewöhnlichen Kochsalzes. Die Chlorcalciumlösung hat allerdings einen schwach bitteren, aber keineswegs sehr unangenehmen Geschmack, den man zudem nicht wahrnimmt, wenn man sie als Zusatz zu Tee, Kaffee oder Suppe nimmt. Kranken wird geraten, unter Hinweis auf die besondere Abhandlung von *Emmerich* und *Loew* in der Deutschen Revue (1912), den Arzt über die Zulässigkeit fortgesetzter Chlorcalciumanwendung um Rat zu fragen. Neuerdings wird auch milchsaurer Kalk und in geeigneter Weise hergestelltes Calciumbrot<sup>1)</sup> und Calciumgebäck empfohlen. Das Calciumbrot wird schon vielfach besonders in süddeutschen Städten (z. T. auch bei der Heeresverwaltung in Bayern) mit gutem Erfolg verbraucht. Wie *Emmerich* und *Loew* betonen, wird das Chlorcalcium besser zu den einzelnen Mahlzeiten und nicht in den leeren Magen genommen; der milchsaure Kalk hingegen besser erst einige Stunden nach der Hauptverdauung wegen der sonst leicht eintretenden Bindung von Magensäure. Wenn Calcium in bestimmten Fällen in größeren Mengen zugeführt werden soll, so ist es nach *Emmerich* und *Loew* ratsamer, statt Chlorcalcium milchsaures Calcium zu nehmen.

Sehr lehrreich sind die Bemerkungen über die Schlagaderverkalkung. Es ist danach sehr wahrscheinlich, daß eine tägliche mäßige besondere Kalkzufuhr eine weitere Verkalkung geradezu verhütet, da ja durch eine solche auch die Arbeit der Zellen der Gefäßwände unterstützt und in regelmäßiger Tätigkeit erhalten wird. Da Kalksalze auch das Harnwasser vermehren, so wird hierdurch die Blutbahn entlastet, der Blutdrucksteigerung eine Bedingung entzogen und die Gewebe von überschüssigem Wasser und verschiedenen Stoffwechselerzeugnissen schneller als sonst befreit.

Gewähr für die Reinheit, als das wasserfreie Salz des Handels in Pulverform. Ersteres enthält fast zur Hälfte wasserfreies Salz. Eine Verwechselung mit dem starkriechenden Chlorkalk, der obendrein sehr schädlich ist, sollte kaum für möglich gehalten werden, ist aber nach *Emmerichs* und *Loews* Mitteilungen auch schon vorgekommen.

<sup>1)</sup> Näheres über die Herstellung und die Bedeutung des Calciumbrotes findet sich in einem ausführlichen Aufsatz von *Loew* „Über das Calciumbrot von *Emmerich* und *Loew* und seine Begründung“ in der Zeitschrift für das gesamte Getreidewesen 1914. Verlag der Versuchsanstalt für Getreideverwertung, Berlin, Seestr. 4.

In neuerer Zeit wurden von *Emmerich* und *Loew* auch gesunden Personen und solchen mit leichten Gesundheitsstörungen Chlorcalciummengen von 1—1,5 g für den Tag empfohlen. Diese berichteten ausnahmslos sehr günstig über den erzielten Erfolg, insbesondere konnten auffallende Gewichtszunahmen oft schon nach kurzer Zeit festgestellt werden, und zwar selbst in Fällen, in denen man monatelang durch verschiedene andere Mittel vergebens versucht hatte, das ursprüngliche Körpergewicht wiederzuerlangen. Auch an sich selbst konnten *Emmerich* und *Loew* nach kürzerem und längerem Gebrauche des Chlorcalciums (von etwa 1 Jahr bis zu 6½ Jahren) günstige und wichtige Beobachtungen machen.

Nach den bisherigen Versuchen unterliegt es wohl keinem Zweifel, daß beim täglichen Gebrauche von geringen Mengen Chlorcalcium die Gesundheit, die Widerstandskraft gegen Krankheiten, die Arbeitsfreudigkeit und die körperliche und geistige Arbeitsleistung in vielen Fällen erheblich erhöht werden kann.

Für den Landwirtschaftsbetrieb würden die Versuche von *Emmerich* und *Loew* besonders wichtig werden, weil neben dem Pflanzenbau auch die Viehzucht wahrscheinlich sehr gefördert werden könnte, wenn man bei der Fütterung der Tiere, zumal bei kalkarmem Futter, für eine verstärkte Kalkzufuhr sorgte. Es wurden zunächst Versuche über die Widerstandsfähigkeit von verschiedenen Tieren bei reichlicher Kalkzufuhr gegen ansteckende Krankheiten, wie z. B. gegen Milzbrand, Rotlauf der Schweine und gegen Schwindsucht angestellt. Nach den bisherigen Ergebnissen konnte eine erhöhte bakterientötende Wirkung im Körper festgestellt werden, wenn eine monatelange Behandlung mit Chlorcalcium vorgenommen wurde. Dabei ist besonders beachtenswert, daß (nach *Hamburger*) durch Calciumsalze die Vernichtung von Bakterien durch die weißen Blutkörperchen gefördert wird.

Weitere Versuche betreffen den Einfluß des Chlorcalciums auf die Fortpflanzung. Nach anderen Versuchen über den Einfluß des Calciums auf die Zellen war es sehr wahrscheinlich, daß auch die Zellen der Geschlechtsorgane bei einer vermehrten Kalkzufuhr beeinflußt werden würden. Versuche mit Meerschweinchen und weißen Mäusen ergaben übereinstimmend, daß die sog. Calciumtiere bedeutend mehr Junge zur Welt brachten als die entsprechenden Vergleichstiere. So hatten z. B. bei einem Versuche die gesamten Chlorcalciumtiere in 9 Würfen 53 Junge, während bei gleich viel Vergleichstieren nur 9 Junge (in 4 Würfen) zur Welt kamen. Es konnte somit lediglich durch eine Vervollständigung der mineralischen Nahrung ein auffallend günstiger Einfluß auf den Fortpflanzungsprozeß festgestellt werden. Die Versuche sollen mit Rücksicht auf die Tierzucht im landwirtschaftlichen Betriebe, insbesondere auf die Milcherzeugung, fort-

gesetzt werden, zumal ja die Milch unter allen Nahrungsmitteln am kalkreichsten ist.

Schließlich wurden einige *Versuche über die Wirkung des Chlorcalciums bzw. einer erhöhten Kalkzufuhr auf die Ausnützung des Futters* angestellt, welche gleichfalls schon recht günstige Ergebnisse lieferten. Bei Kaninchen konnten nach 74 Tagen Gewichtszunahmen bis zu 42,3 % bei den Chlorcalciumtieren, indessen nur bis zu 17,8 % bei den Vergleichstieren beobachtet werden. Ähnlich günstige Ergebnisse wurden von Loew auch schon bei der Fütterung von Schweinen erzielt. Die Chlorcalciumtiere hatten im Mittel 115 %, die Futterkalkschweine aber nur um 57 % nach 7 Wochen zugenommen. Das Chlorcalcium wurde dabei in einer Gabe von 0,1 g auf das Kilogramm Körpergewicht verabreicht. Der Futterkalk wird übrigens bei der Schweinefütterung schon längst zwecks besserer Ausbildung des Knochengerüsts verwandt. Als phosphorsaurer Kalk wird er jedoch nur teilweise aufgenommen und kann übrigens durch Bindung von Salzsäure des Magensaftes unter Umständen sogar verzögernd auf die Verdauung einwirken. Als kalkarmes Futter (mit reichlicher Kochsalzgabe) diene zum größten Teile Maisschrot mit Fleischmehl. Die Ausnützung des Futters war am geringsten bei den Vergleichstieren, die keine besondere Beigabe von Kalksalzen erhalten hatten, und bei den Chlorcalciumtieren noch auffallend besser als bei den Futterkalktieren. Vergleichende Versuche mit Chlormagnesium lieferten in anderer Hinsicht beachtenswerte Ergebnisse.

Besonders wichtig muß eine erhöhte Kalkzufuhr in Gegenden mit kalkarmem Wasser und kalkarmem Boden werden. Auch haben ja gerade beim landwirtschaftlichen Pflanzenbau regelmäßige Kalkungen des Bodens in manchen Gegenden schon eine große wirtschaftliche Bedeutung gewonnen.

Die *Bedeutung der Kalkdüngungen* für die Gesunderhaltung unseres Volkes ist weit größer, als dies bisher selbst die meisten Landwirte erkannt haben. Wenn die Bedeutung in allen Schichten der landwirtschaftlichen Bevölkerung richtig erkannt wäre, so würde man die Kalkdüngung namentlich auf kalkarmem Boden längst mehr beachtet haben, als es bislang geschehen ist. Mindestens ebensoviel Beachtung wie die Wirkung der Kalkungen auf die *Menge der Erzeugnisse* muß aber auch die Wirkung der im Boden vorhandenen oder zugeführten reichlichen Kalkmengen auf die *Güte der angebauten Früchte* finden. Ein höherer Kalkgehalt der Nahrungs- und Futtermittel ist übrigens auch insofern wichtig, als die Nahrungsstoffe besser ausgenützt werden. Unter Umständen kann man leicht die tägliche Menge an Rohnährstoffen etwas herabsetzen. Beim Sauerfutter aller Art dürfte hinsichtlich dessen hohen Nährwertes der bessere Kalkgehalt der Futterstoffe eine Rolle spielen, weil bei der Gärung eine wesentlich größere Menge milchsaures

Calcium gebildet werden kann. Überhaupt könnten zur Sauerfutterbereitung viel mehr Pflanzen und Kräuter herangezogen werden, als es für gewöhnlich zu geschehen pflegt.

Auch nach *E. Frank* ist Kalkmangel im Körper recht bedenklich, wenn auch nicht unmittelbar gefährlich. Wie oben angedeutet wurde, weist uns der Naturtrieb der Tiere im allgemeinen den richtigen Weg. Um so mehr sollte man nach *Frank* es nicht mehr dem bloßen Zufall überlassen, ob in unserem Körper für ein so wichtiges Betriebsmittel wie den Kalk gesorgt ist.

Wenn dem Körper dauernd eine kalkarme Nahrung zugeführt wird, so muß u. U. ein Zustand der Kalkunterernährung eintreten, der weniger leistungsfähig und widerstandsfähig macht.

Alles das muß auch vom Landwirt beherzigt werden. Am besten wird man jedenfalls zunächst immer den natürlichen Weg beschreiten und kalkreichere Futtermittel zu erzeugen suchen. Erst bei weiterem auffallenden Mangel an Kalk in den Nährstoffen brauchte man mit Kalkzufuhr in Gestalt von Chlorcalcium oder von milchsaurem Calcium nachzuhelfen.

Die meisten Landwirte verstehen wohl voll auf die Kalkdüngung zu würdigen, aber sie pflegen deren Bedeutung meist vom Gesichtspunkte der mittelbaren Düngerwirkung des Kalkes, der Steigerung der Bodenerträge, zu betrachten und nur selten auch an kalkreichere Bodenerzeugnisse zu denken.

Damit möge schließlich für den Landwirtschaftsbetrieb im besonderen nochmals betont sein, daß *kalkreicher Boden* auch *kalkreichere Erzeugnisse* liefert als *kalkarmer Boden*, also auch kalkreicheres Futter. Dieses wiederum ermöglicht die Gewinnung von kalkreicheren tierischen Erzeugnissen, von Milch und Fleisch, die in letzter Linie der menschlichen Ernährung und der allgemeinen Volksgesundheit zugute kommen. Die Landwirtschaft hat danach allen Grund, den Kalkgehalt des Bodens durch ausgiebige, in kürzeren Zeiträumen aufeinander folgende Kalkungen zu erhöhen, soweit es aus betriebswirtschaftlichen Gründen zulässig ist und soweit der betreffende Boden nicht schon von Natur aus einen ausreichenden Kalkgehalt besitzt.

## Besprechungen.

**Brehms Tierleben.** Allgemeine Kunde des Tierreichs. IV. Aufl. Herausgegeben von Prof. Dr. Otto zur Straßen. Bd. VII, Säugetiere. Bd. III. XVIII, 722 S., 198 Abbildungen und 27 Tafeln. Neu bearbeitet von Ludwig Heck und Max Hilzheimer. Leipzig, Bibliographisches Institut, 1915. Preis M. 12.—.

Der soeben erschienene dritte Band der Säugetiere aus der vierten Auflage von *Brehms Tierleben*, der die Ordnungen der Raubtiere, Wale, Rüsseltiere, Sirenen, Klippschliefer und Unpaarhufer enthält, stellt eine treffliche Leistung der mit dem Gebiete der Säugetierkunde wohlvertrauten Neubearbeiter *L. Heck* und *M. Hilzheimer* dar. Auf der einen Seite sind die



Vorzüge des alten „Brehm“, welche es zu einem Volksbuche im besten Sinne des Wortes gemacht haben, insbesondere die liebevolle Darstellung der Lebensäußerungen der geschilderten Tierformen, erhalten geblieben, auf der anderen Seite hat aber eine wesentliche Bereicherung und Vertiefung des behandelten Stoffes stattgefunden. Das tritt ganz besonders in dem von L. Heck bearbeiteten Kapitel über die Wale in Erscheinung. Die Gabe anschaulicher Darstellung ist Heck in hervorragendem Maße zu eigen, daneben ist aber ein eindringendes Studium der neueren Literatur unverkennbar. So haben vor allem die Forschungen über die Anpassungserscheinungen dieser merkwürdigen Säugetiere eingehende Berücksichtigung gefunden und werden durch vortreffliche neue Abbildungen illustriert. Von ganz besonderem Interesse ist eine Augenblicksaufnahme schwimmender Delphine von Bord eines Schiffes aus. Man sieht hier deutlich den Körper der Tiere von spiraligen Wasserstrudeln umgeben, die bei allen nach derselben Richtung verlaufen. Hier haben wir einen schönen Beweis für die Richtigkeit der schon vordem geäußerten Auffassung, daß die durch das Schlagen der Schwanzflosse bewirkte Vorwärtsbewegung eine drehende Komponente enthält, die ihrerseits wieder die Ursache für die starke Asymmetrie des vorderen Schädelteiles ist. Auch die photographische Wiedergabe eines schwimmenden Delphins mit 2 angesaugten Jungen ist höchst instruktiv. So bietet dieser Band eine Fülle von Belehrung für alle Kreise.

W. Kükenthal, Breslau.

**Brehms Tierbilder.** Dritter Teil: Die Säugetiere. 60 farbige Tafeln aus Brehms Tierleben von W. Kuhnert, R. Friese, K. L. Hartig, W. Heubach, G. Mützel, C. Rungins, A. Specht und W. Watagin. Mit Text von V. Franz. Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut, 1915. IV S. und 60 Bl. Preis M. 12,—.

Nach dem Erscheinen der zweiten Auflage von Brehms Tierleben — der ersten, der eine größere Anzahl farbiger Tafeln beigegeben war — erschien eine Sonderausgabe dieser Tafeln, um auch solchen, denen der Preis des ganzen Werkes zu hoch war, die Anschaffung dieser schönen Bildersammlung zu ermöglichen. Es ist erfreulich, daß die Verlagsanstalt sich auch bei der nunmehr erscheinenden vierten Auflage zu einer solchen Sonderausgabe entschlossen hat, deren dritte, die Säugetiere umfassende Lieferung, hier vorliegt. Vergleicht man diese beiden Tafelwerke miteinander, so ergibt sich eine recht beträchtliche Verschiedenheit. Nur zwei der älteren Tafeln — Orang-Utang und Flugfuchs — sind unverändert beibehalten, die übrigen sind durchweg Neuzeichnungen. Auch die Auswahl der dargestellten Tiere ist eine andere, es scheint, daß die fremden oder dem größeren Publikum weniger bekannten Formen mehr als in der früheren Ausgabe berücksichtigt werden sollten. So fehlen Giraffe und Kamel, dagegen findet sich das Okapi, statt des heimischen Wildschweines findet sich das Pinselschwein. Von den in der älteren Sammlung dargestellten drei Anthropoiden ist nur der Orang-Utang vorhanden usw. Hat auch der Dreifarbendruck noch nicht alle Schwierigkeiten der Wiedergabe der natürlichen Farben überwunden, so ist doch die große Mehrzahl der Tafeln in dieser Beziehung recht befriedigend, und auch die Darstellung der Tiere in bezug auf Haltung und Umgebung ist aner kennenswert. Als ganz besonders gelungen seien die Kuhnertschen Bilder des afrikanischen Elefanten, der größeren Wildkatzen,

namentlich des sibirischen Tigers und des Jaguars, der Grautgazellen, deren Farbanpassung an die Steppenlandschaft vortrefflich zur Geltung kommt, und des Kafferbüffels genannt. Auch die Heubachsche Darstellung der Igelfamilie ist recht naturwahr. Als eine erfreuliche Beigabe dieser neuen Tafelausgabe seien die von V. Franz mit Geschick bearbeiteten erläuternden Textblätter hervorgehoben, die in knapper Form, unter Anlehnung an Brehms Tierleben oder, soweit die Bände noch nicht in Neubearbeitung vorliegen, an die entsprechenden Abschnitte des im gleichen Verlage erschienenen Meyerschen Konversationslexikons, Mitteilung über Heimat, Lebensweise, Gefangenleben und systematische Stellung der einzelnen Arten machen. In einer geschmackvoll ausgestatteten Mappe vereinigt bietet das Tafelwerk einen reichhaltigen, künstlerisch ansprechenden und naturwissenschaftlich belehrenden Inhalt, und sei allen Freunden der Tierwelt bestens empfohlen.

R. v. Hanstein, Dahlem.

**Przibram, Hans, Experimental-Zoologie. Eine Zusammenfassung der durch Versuche ermittelten Gesetzmäßigkeiten tierischer Formen und Verrichtungen.** V. Funktion. (Ausübung, Wechselwirkung, Anpassung.) Leipzig und Wien, Fr. Deuticke, 1914. VIII, 162 S. und 12 Tafeln. 8°. Preis M. 12,—.

Mit dem vorliegenden fünften Bande gelangt das Werk des Wiener Biologen zum Abschluß. Wenn es in den vier ersten Bänden in erster Linie morphologische Fragen sind, deren bisherige experimentelle Durcharbeitung der Verf. in knapper Form zusammenfaßte, so handelt es sich in dem nunmehr erschienenen Schlußband um physiologische Probleme. Indem Przibram die an ausgeschnittenen Präparaten zum Zweck spezielleren Studiums der Funktion einzelner Organe angestellten Versuche von der Behandlung an dieser Stelle ausschließt, begrenzt er seine Aufgaben auf solche experimentelle Studien an lebenden, ganzen Tieren, die einen Einblick in das Zusammenarbeiten des Gesamtorganismus gewähren, und zur Aufdeckung ursächlicher Zusammenhänge zwischen funktionellen und morphologischen Erscheinungen geeignet sind.

Der Stoff gliedert sich nach den beiden Gesichtspunkten der Verschiedenheit der Funktionen, unter denen Przibram die Sinnes-, Bewegungs- und Ernährungsfunktionen unterscheidet und der Verschiedenheit der einwirkenden Faktoren, die die jenen drei Gruppen etwa entsprechenden, der photischen, mechanischen und chemischen Reize liefert. Beide Einteilungen sind nicht streng durchführbar, weil es sich in allen Fällen um ein Zusammenwirken verschiedener Reize und verschiedener durch diese ausgelöster Funktionen handelt; es mußte also die Besprechung der einzelnen Fälle jeweilig in dem Abschnitt erfolgen, dem er sich am besten einfügt. So bringt Przibram die Lichtreize mit den Sinnesfunktionen, die Schallreize mit den Bewegungs-, die chemischen Reize mit den Ernährungsfunktionen zusammen, ohne die gemischte Natur der Reizursachen zu verkennen. Dem Plane des Buches entsprechend, werden natürlich nur die auf experimentelle Prüfung sich stützenden Forschungen berücksichtigt, und da die experimentelle Durcharbeitung der verschiedenen Gebiete noch sehr ungleichartig ist, so tritt die Ungleichartigkeit naturgemäß auch in dieser Darstellung zutage.

Um noch etwas näher auf die vom Verfasser getroffene Anordnung des Stoffes einzugehen, sei erwähnt, daß der erste, den Lichtwirkungen gewidmete Haupt-

abschnitt sich in die drei Kapitel der Licht- und Farbenunterscheidung, des Licht- und Farbwechsels und der Licht- und Farbenanpassung gliedert; der zweite, die mechanischen Wirkungen erörternde Teil behandelt zunächst die Schall- und Erschütterungsunterscheidung, dann die durch den Verlust bestimmter Organe bedingten Kompensationen, und endlich die funktionellen Anpassungen. Der den chemischen Wirkungen vorbehaltene dritte Hauptabschnitt geht wiederum von der Chemorezeption (Geschmack und Geruch) aus, behandelt dann die innere Sekretion mit Einschluß der neueren Untersuchungen über die Erscheinungen der Sexualität, und endlich die Immunität und die Saisonanpassungen.

Bezüglich der Untersuchungen über das Hörvermögen der Tiere ist wohl nicht immer von den Experimentatoren genügend berücksichtigt, daß das Ausbleiben einer Reaktion auf bestimmte Schallreize noch nicht die Abwesenheit eines Hörvermögens beweist. Was auf unseren Gehörsinn besonders einwirkt, braucht noch nicht auf andere, namentlich niedrigere Tiere in gleicher Weise zu wirken. Die von *Edinger* mitgeteilte Beobachtung, daß Eidechsen auf Singen, Schreien und Klopfen nicht reagieren, dagegen auf das leise Geräusch, das ein im Grase kriechendes Insekt verursacht, ist lehrreich und dürfte auch zur Vorsicht bei der Beurteilung der Hörfähigkeit der Fische mahnen. Andererseits ist wohl bei Tieren mit so ausgesprochener Stimmbegabung, wie die Frösche, ein Zweifel an ihrer Hörfähigkeit nicht möglich. In dem neuerdings wieder lebhaft geführten Streit über den Farbensinn der Fische und Insekten stellt sich *Przibram*, nach des Referenten Auffassung mit Recht, auf die Seite derer, die eine Farbenblindheit dieser Tiere noch durchaus nicht für erwiesen halten.

Wenn *Przibram* in der Einleitung des Kapitels über Chemorezeption sagt: „Der Geruchssinn ist ein Fernsinn, indem er gestattet, Gegenstände, die sich nicht in unmittelbarer Berührung mit dem Empfindungsorgan befinden, wahrzunehmen. Der Geschmacksinn hingegen ist ein Nahsinn, indem er nur die Wahrnehmung solcher Gegenstände gestattet, die direkt an das Geschmacksorgan herangebracht werden“, so vermag ich dem nicht zuzustimmen. Auch der Geruchssinn kann nur Stoffteilchen wahrnehmen, die sich in der Luft verteilen, mit den Endapparaten der Geruchsnerven in unmittelbare Berührung kommen, und wenn bei luftatmenden Landtieren die Verbreitung flüchtiger, den Geruchsnerv reizender Stoffe auf weitere Strecken möglich ist, so ist bei Wassertieren auch ein Schmecken auf weitere Entfernung ja wohl denkbar.

Wie den früher erschienenen Bänden, so ist auch diesem ein ausführliches Literaturverzeichnis beigelegt. Auch die Art der bildlichen Veranschaulichung, die Zusammenstellung einfacher, das Wesentliche hervorhebender Zeichnungen auf je einer für ein Kapitel bestimmten Tafel, ist die gleiche. *R. v. Hanstein, Dahlem.*

**Bateson, W., Mendels Vererbungstheorien.** Aus dem Englischen übersetzt von *Alma Winckler*. Mit einem Begleitwort von *R. von Wettstein*. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. X, 375 S., 41 Abbildungen, 6 Tafeln und 3 Porträts. Preis geh. M. 12,—, geb. M. 13,—.

Die Mendelschen Vererbungstheorien haben eine alle Erwartungen übertreffende Bedeutung erlangt. Alle Zweige der Biologie, die gesamte Entwicklungslehre, die Anthropologie ebenso wie Teile der Medizin und der Sozialwissenschaften stehen heute im Zeichen der Mendelschen Lehre.

Wenn wir aber rückblickend fragen, wer nächst dem genialen Schöpfer der Lehre selbst und den 3 Wiederentdeckern derselben im Jahre 1900 die wichtigsten Grundlagen zu unserer heute so weitgehenden Kenntnis der Mendelschen Vererbungsgesetze gelegt hat, so kann die Antwort keinen Augenblick zweifelhaft sein: Es war *Bateson* mit seiner Schule. In einer großen Zahl von Einzelarbeiten auf botanischem und zoologischem Gebiete ist hier die Gültigkeit der Mendelschen Regel für die allerverschiedensten Pflanzen und Tiere erwiesen worden, Erweiterungen und neue Gesichtspunkte fundamentalster Art wurden von diesen Gelehrten für die Mendelforschung ausgearbeitet und dann von *Bateson* in seinen klassischen: *Mendels Principles of heredity* im Zusammenhange mit den Ergebnissen der verschiedensten anderen Gelehrten niedergelegt. So haben wir hier ein Werk, welches seine dauernde grundlegende Bedeutung für Vererbungs-forschung und Mendelsche Lehre behalten wird.

Es ist aus diesem Grunde nur freudig zu begrüßen, daß dieses Werk nun auch dem breitesten deutschen Gelehrtenpublikum durch die flüssige Übersetzung von *Alma Winckler* zugänglich gemacht wurde. Nun wird auch mancher, dem seine englischen Sprachkenntnisse bisher nur mit Mühe erlaubten, von Zeit zu Zeit einzelne Passus aus diesem wichtigen Werk zu eigenen wissenschaftlichen Studien zu verwerten, den Gedankengängen *Batesons* in Behaglichkeit und Ruhe folgen können und damit ein tieferes Verständnis der Mendelschen Lehren und Anregung zu weiteren Studien gewinnen. Besonders aber wird dieses Buch nun hoffentlich auch seinen Weg hinaus nehmen in all diejenigen Kreise, welche überhaupt an Vererbungsfragen und Mendelscher Lehre Interesse nehmen, damit sie hier direkt von einer der ergiebigsten Quellen ihre Belehrung erhalten.

Mit Freude ist zu begrüßen, daß auch die Ausstattung mit schwarzen und farbigen Bildern in derselben Reichhaltigkeit aufrechterhalten wurde, wie im Original. *E. Lehmann, Tübingen.*

### Entgegnung.

In seiner Kritik meines Handbuches der naturgeschichtlichen Technik schreibt Herr *Thilo Krumbach* auf S. 432/33 in „Die Naturwissenschaften“:

„Bei Bastian Schmidts Handbuch handelt es sich nicht um eine eigentlich pädagogische Schrift. Sein Sammelwerk ist, so sagt er, der Beobachtung entsprungen, daß es den Lehrern der Biologie an einem Werke fehle, wie die Physiker und Chemiker deren bereits mehrere besäßen, an einer Technik ihres beruflichen Arbeitsgebietes.“ . . . „Es kann nicht zugegeben werden, daß ein solcher Mangel besteht.“

Hierauf ist zu erwidern, daß die von dem Herrn Referenten aufgezählten Werke, die er als Beleg des Gesagten aufführt, nicht eine Technik des naturgeschichtlichen Unterrichts, vor allem nicht im Sinne eines Sammelwerkes sind, und das auch nicht sein wollen.

Hinsichtlich der Bemerkung des Herrn *Krumbach*, die sich auf das Schneiden und Färben bezieht, verweise ich auf die Vorschläge der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte sowie auf die amtlichen Vorschriften, die über die Ausbildung der Lehramtskandidaten bestehen.

Endlich ist noch zu erwähnen, daß das Werk, wie der volle Titel besagt, „für Lehrer und Studierende der Naturwissenschaften“ geschrieben ist, unter welch

letzteren sich auch solche befinden, die nicht den Lehrberuf an höheren Lehranstalten ergreifen.

Des weiteren heißt es einmal: „Prof. Rosemann legt dar, wie man eine gewisse Anzahl tierphysiologischer Versuche in der Schule machen könne. Daß sich der Lehrer mit solchen Arbeiten zu befassen habe, muß zugestanden werden; protestieren aber muß ich gegen das tierphysiologische Experiment vor den Schülern.“ Daß ich mit dieser letzten Bemerkung des Herren Referenten vollständig übereinstimme, habe ich des öfteren in Wort und Schrift bewiesen. So schrieb ich z. B. in meinen Monatsheften für den naturwissenschaftlichen Unterricht, 6. Bd.: „Wesentlich ist allerdings, daß der Lehrer die Tiere in Abwesenheit der Schüler tötet, daß er aber auch andererseits Gelegenheit zur Tierpflege gibt.“ Dann: 5. Bd., S. 507: „Ausgenommen sind solche Stoffe, die wirklich ethische Bedenken hervorrufen, also etwa Vivisektion, die auch nicht durch die Hand des Lehrers erfolgen darf.“ Denselben Standpunkt nimmt aber auch Herr Prof. Rosemann ein, der in der Einleitung zu demselben Artikel, der Herrn Ref. zu obiger Äußerung Anlaß gab, folgendes schreibt: „Selbst die Tötung braucht nicht im Unterricht vorgenommen zu werden, sondern kann vorher ausgeführt werden, so daß die Schüler überhaupt nur das bereits getötete Tier zu sehen bekommen.“ *Bastian Schmid, München.*

## Physikalische Mitteilungen aus den Gebieten der Radioaktivität und der Elektronik.

**Der Durchgang von  $\alpha$ -Teilchen durch Wasserstoff** hat ein besonderes Interesse für die Frage der *Struktur der Atome*. Nach der Rutherford-Bohrschen Theorie (vgl. *Phil. Mag.* 27, 488, 1914) bestehen die Atome aus einem sehr kleinen positiv geladenen Zentralkern, an den der Hauptteil der Atommasse gebunden ist, und aus einer zur Neutralisierung der Ladung des Kernes nötigen Zahl von negativen Elektronen. Der Kern des Wasserstoffatoms (H-Kern) soll nur eine Elementarladung tragen und mit dem Wasserstoffion identisch sein, der Kern des Heliumatoms trägt zwei Ladungen und stellt das  $\alpha$ -Teilchen vor. Wenn ein  $\alpha$ -Teilchen beim Durchgang durch Wasserstoff in die Nähe eines H-Kernes kommt, muß letzterer infolge der elektrischen Abstoßung in sehr schnelle Bewegung versetzt werden, deren Geschwindigkeit im günstigsten Falle des zentralen Stoßes nach Berechnungen von C. G. Darwin (*Phil. Mag.* 27, 499, 1914), 1,6 mal größer sein müßte als die ursprüngliche Geschwindigkeit des  $\alpha$ -Teilchens. Ein solches H-Teilchen müßte auch eine beträchtlich (etwa 4 mal) größere Reichweite haben als das es erzeugende  $\alpha$ -Teilchen. Daß dies in der Tat zutrifft, hat E. Marsden (*Phil. Mag.* 27, 824, 1914) gezeigt. Während die Reichweite von  $\alpha$ -Strahlen, die aus einem Röhrchen mit Radiumemanation kamen, im Wasserstoff von Atmosphärendruck 24 cm betrug, konnten unter diesen Bedingungen noch in einer Entfernung von 80 cm vom Röhrchen auf einem Zinksulfidschirm Scintillationen beobachtet werden. Wie durch besondere Versuche gezeigt wurde, stammten diese Scintillationen von Teilchen, die beim Durchgang der  $\alpha$ -Teilchen durch Wasserstoff erzeugt werden und die somit als H-Teilchen anzusehen sind. Die Durchlässigkeit von dünnen Folien aus Aluminium, Kupfer, Zinn und Platin erwies sich für die H-Teilchen, in

Übereinstimmung mit der Berechnung von Darwin, auch etwa 4 mal größer als für die sie erzeugenden  $\alpha$ -Teilchen. Auf Grund der Annahme, daß das Coulombsche Abstoßungsgesetz bei dieser kleinen Entfernung noch gilt, berechnet Darwin, daß die Mittelpunkt des  $\alpha$ -Teilchens und das H-Teilchen bis auf  $1,7 \times 10^{-13}$  cm sich einander nähern müssen, damit die H-Teilchen eine so große Wucht erlangen können. Daraus ergibt sich, daß die Radien der Kerne des Wasserstoff- und des Heliumatoms kleiner sind als  $10^{-13}$  cm, während der Radius des negativen Elektrons zu  $2 \times 10^{-13}$  cm angenommen wird, der der Atome zu  $10^{-8}$  cm.

Derartige H-Teilchen mit großer Reichweite beobachteten E. Marsden und W. C. Lantsberry (*Phil. Mag.* 30, 240, 1915), wenn  $\alpha$ -Teilchen aus einem Emanationsröhrchen durch eine dünne Schicht von Wachs, das wasserstoffhaltig ist, passierten. Merkwürdigerweise werden H-Teilchen auch von einem Glas- oder Quarzröhrchen mit Emanation oder von Radium C (dieses befand sich auf einem bis  $150^\circ$  erhitzten Nickelblech) emittiert, ohne daß eine äußere Quelle von Wasserstoff dafür verantwortlich gemacht werden könnte. Es hat somit den Anschein, daß H-Teilchen aus dem Inneren radioaktiver Atome emittiert werden können. Deren Zahl betrug beim Radium C etwa  $\frac{1}{100\,000}$  der der  $\alpha$ -Teilchen.

Die Entdeckung, daß Blei radioaktiven Ursprungs (Uranblei) ein anderes Atomgewicht hat als gewöhnliches Blei, machte die Untersuchung notwendig, ob nicht auch das gewöhnliche Blei je nach seinem Ursprung verschiedene Atomgewichte aufweisen kann. G. P. Baxter und F. L. Grover (*Journ. Amer. Chem. Soc.* 37, 1027, 1915) untersuchten gelegentlich einer äußerst sorgfältigen Revision des Atomgewichts des Bleis Bleiprobe sehr verschiedenen mineralogischen und geographischen Ursprungs, fanden jedoch für alle dasselbe Atomgewicht. Auf Grund dieser Untersuchung beträgt das Atomgewicht des gewöhnlichen Bleis 207,20, ein Wert, der um 0,1 höher ist als der bis jetzt international angenommene.

Es wird seit langem angenommen, daß das Radium aus Uran entsteht und zwar durch die Vermittlung des langlebigen Elementes Ionium, das diesen Prozeß stark verzögert. Dies erschwert sehr den direkten experimentellen Nachweis der Bildung von Radium aus Uran und dieser Nachweis ist erst kürzlich zum ersten Male F. Soddy und Frl. A. Hitchins (*Phil. Mag.* 30, 209, 1915) gelungen. In einem vor sechs Jahren von Ionium und Radium befreiten Uranpräparat konnte die Nachbildung von Radium mit Sicherheit festgestellt werden. Aus der Geschwindigkeit der Nachbildung ließ sich die Halbwertszeit des Ioniums zu ca. 70 000 Jahren berechnen.

Wenn  $\beta$ -Strahlen auf Metalle fallen, werden von diesen sekundäre  $\gamma$ -Strahlen emittiert. Frl. J. Szmidt untersuchte (*Phil. Mag.* 30, 220, 1915) die auf diese Weise durch die  $\beta$ -Strahlen des Radiums E in Eisen, Nickel, Kupfer, Zink, Silber und Zinn erzeugten  $\gamma$ -Strahlen auf ihre Absorption im Aluminium und fand, daß sie innerhalb der Versuchsfelder die gleiche Härte besitzen, wie die in den betreffenden Metallen durch Röntgenstrahlen erzeugten s. g. charakteristischen Röntgenstrahlen der K-Serie.

Bei Ausschleuderung eines  $\alpha$ -Teilchens (Masse  $m$ , Geschwindigkeit  $v$ ) bei der Umwandlung eines radioaktiven Atoms (Masse  $M$ ) erleidet das dabei entste-

hende neue Atom (Masse  $M - m$ ) einen Rückstoß und erlangt die Geschwindigkeit  $V$ , die nach dem Gesetz der Erhaltung des Schwerpunktes sich aus folgender Formel berechnen läßt:  $mv = (M - m)V$ . Wie frühere Versuche gelehrt haben, tragen die Rückstoßatome eine positive Ladung, die dem Elementarquantum ( $e$ ) gleich ist, während das  $\alpha$ -Teilchen die Ladung  $2e$  besitzt. Die Radien der Kreise, die das  $\alpha$ -Teilchen bzw. das **Rückstoßatom im magnetischen Felde** von der Stärke  $H$  beschreibt, sind gleich  $r_1 = \frac{mv}{2eH}$  und  $r_2 = \frac{(M - m)V}{eH}$ , also der erstere sollte zweimal kleiner sein als der letztere. Daß dies in der Tat zutrifft, haben mit großer Genauigkeit **H. P. Walmsley** und **W. Makower** (*Phil. Mag.* 29, 253, 1915) gezeigt. Ein mit Radium A bedeckter Platindraht diente als Quelle der  $\alpha$ -Strahlen und der Rückstoßstrahlung (Radium B) und das Verhältnis der Radien der Kreise, die ein dünnes Bündel dieser Strahlen in demselben Magnetfeld beschreiben, wurde bei mehreren Feldstärken auf photographischem Wege ermittelt. Als Mittel von 5 Versuchen ergab sich für  $r_1/r_2$  der Wert 0,5009, der innerhalb der Versuchsfehler mit dem theoretischen 0,5 übereinstimmt.

Die Geschwindigkeit ( $v$ ) der  $\alpha$ -Strahlen des Radiums C wurde von **E. Rutherford** mit großer Genauigkeit zu  $1,922 \times 10^9$  cm/sec bestimmt. Die Geschwindigkeit der  $\alpha$ -Strahlen der übrigen Radioelemente berechnet man daraus auf Grund der Geigerschen Beziehung  $v^3 = kR$ , aus deren Reichweite ( $R$ ) und es ergab sich auf diesem Wege für die **Geschwindigkeit der  $\alpha$ -Strahlen des Radiums A**  $1,693 \times 10^9$  cm/sec. **N. Tunstall** und **W. Makower** (*Phil. Mag.* 29, 259, 1915) verglichen nun auf photographischem Wege die Ablenkungen, die die  $\alpha$ -Strahlen des Radiums A und Radiums C im gleichen magnetischen Wege erleiden, woraus sich für die Geschwindigkeit der ersteren der Wert  $1,690 \times 10^9$  cm/sec ergab.

Nach **E. Rutherford, J. Barnes und H. Robinson** (*Phil. Mag.* 30, 339, 1915) liefert die durch die Elektrisiermaschine mit konstanter Spannung betriebene **Coolidgegeröhre** (Wolframantikathode) heterogene **Röntgenstrahlen**, deren härtester Teil — Endstrahlung — nach einem einfachen logarithmischen Gesetz adsorbiert wird. Ein Induktor lieferte Strahlen von gleichem Charakter wie die Elektrisiermaschine. Die Härte der „Endstrahlung“ wächst zwischen 13 000 und 142 000 Volt mit steigender Spannung, wird aber dann bis zu 175 000 Volt nicht mehr geändert. Der Absorptionskoeffizient der härtesten mit der Coolidgegeröhre erhaltenen Strahlung betrug im Aluminium 0,39 cm<sup>-1</sup>, im Blei 23 cm<sup>-1</sup>. Aus der Beziehung zwischen Absorption und Wellenlänge der Röntgenstrahlen ergibt sich daraus letztere zu  $1,71 \times 10^{-9}$  cm. Zwischen der Frequenz ( $\nu$ ) der Röntgenstrahlen und der Energie ( $\epsilon$ ) der Kathodenstrahlen gilt bis zu 142 000 Volt die Formel  $h\nu = \epsilon - c\epsilon^2$ , wo  $h$  das Plancksche Wirkungsquantum und  $c$  eine Konstante ist. Die einfache Formel der Quantentheorie  $h\nu = \epsilon$  gilt nur bei kleinen Werten von  $\nu$ . Dies wird durch die Annahme zu erklären versucht, daß der Kathodenstrahl tief ins Innere des Atoms gelangen muß, um die kurzwellige Strahlung zu erregen, und dabei einen Teil seiner Energie verliert.

**Das Verhältnis der Röntgenstrahlenenergie zur Kathodenstrahlenenergie in einer Coolidgegeröhre** wird von **E. Rutherford** und **J. Barnes** (*Phil. Mag.* 30, 361, 1915) bei den Spannungen 48 000, 64 000 und 96 000 Volt gemessen und zu etwa  $\frac{1}{800}$ ,  $\frac{1}{600}$  und  $\frac{1}{500}$  gefunden.

Um zu entscheiden, ob die **Restionisation, die Gase** in geschlossenen Kammern aufweisen, durch eine spontane Ionisation der Gase selbst oder durch Radioaktivität der Wände der Kammer bedingt ist, haben **J. C. McLennan** und **C. L. Treleaven** folgende Versuche ausgeführt (*Phil. Mag.* 30, 415, 1915): Es wurde die aus Zink bestehende Kammer eines Wulfschen Elektroskopes mit verschiedenen Gasen gefüllt und die Ionisation gemessen einerseits auf dem Festlande, wobei die  $\gamma$ -Strahlen des Erdbodens die Restionisation verstärken, andererseits auf dem vereisten Ontariosee. In Luft, Kohlensäure, Wasserstoff, Ethylen und Stickoxyd war die Ionisation auf dem Eise ungefähr zweimal kleiner als auf dem Lande, und das Verhältnis der Restionisation in verschiedenen Gasen deutete darauf hin, daß sie durch eine von den Zinkwänden emittierte  $\alpha$ - und  $\beta$ -Strahlung hervorgerufen wird. Jedoch in Acetylen war ein nur kleiner Unterschied zwischen dem Festlande und dem Eise zu beobachten und die verhältnismäßig starke Restionisation (27 Ionen pro Kubikzentimeter und Sekunde, gegen etwa 4,4 in Luft) deutet auf eine spontane Ionisation des Acetylens selbst hin. Daß die Ionisation in mit Luft gefüllter Kammer zum großen Teil, wenn nicht ganz, auf Kosten der Aktivität der Wände zurückzuführen ist, konnten **McLennan** und **H. G. Murray** (*Phil. Mag.* 30, 428, 1915) direkt zeigen, als sie statt einer Ionisationskammer aus Zink eine solche aus Eis des Ontariosees benutzten: die Ionisation fiel dadurch von 4,5 auf 2,6 Ionen pro Kubikzentimeter und Sekunde. Letztere Ionisation ist die schwächste bis jetzt in Luft beobachtete und dürfte wohl auch noch auf den schwachen Radiumgehalt des Wassers des Ontariosees zurückzuführen sein.

**Das Röntgenstrahlenspektrum von Silber, Palladium und Rhodium** besteht nach **W. H. Bragg** (*Phil. Mag.* 29, 407, 1915) aus je vier Linien:  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ . Die Wellenlänge der vier Linien fällt bei jedem Element in der angegebenen Reihenfolge, die Wellenlänge der einander entsprechenden Linien bei den drei Elementen steigt in der Reihenfolge Ag, Pd, Rh. Der Absorptionskoeffizient im Silber bzw. im Palladium der Linien  $\alpha_2$  und  $\beta$  dieser drei Elemente ist proportional (ungefähr) der dritten Potenz ihrer Wellenlänge. Eine Ausnahme macht die  $\beta$ -Linie des Ag, die in Pd bedeutend stärker absorbiert wird, als ihrer Wellenlänge entspricht. Dies hängt jedenfalls damit zusammen, daß diese Linie im Pd seine charakteristischen Strahlen erregen kann: Sie ist kurzwelliger, als alle Linien des Pd-Spektrums. Da die  $\beta$ -Linie des Ag im Ag selbst normal absorbiert wird, kann sie offenbar die  $\alpha$ -Linie dieses Elementes nicht erregen, obwohl diese langwelliger ist als jene. Es scheint somit, daß die charakteristischen Linien eines Elementes nur durch Strahlen erregt werden können, die kurzwelliger sind als alle Linien des zu erregenden Spektrums, d. h. daß letzteres nur als ganzes erregt werden kann.

K. Fajans, Karlsruhe.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 43.

22. Oktober 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1914. Von *Geheimrat Prof. Dr. Karl Scheel, Charlottenburg.* (Schluß.) S. 545.

### Besprechungen:

Oppenheimer, Carl, Stoffwechselermente. Von *Martin Jacoby.* S. 548.

Kobert, R., Über die Benutzung von Blut als Zusatz zu Nahrungsmitteln. Von *A. Lazarus.* S. 549.

Baur, Erwin, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. Von *E. Lehmann.* S. 549.

Engler, A., Das Pflanzenreich. Von *F. Moewes.* S. 550.

Engler, A., Die Pflanzenwelt Afrikas, insbesondere seiner tropischen Gebiete. Von *L. Diels.* S. 550.

Hayek, A. Edler von, Die Pflanzendecke Oesterreich-Ungarns. Von *L. Diels.* S. 551.

Lindau, G., Die Algen. Von *F. Tobler.* S. 551.  
Matenaers, F. F., Das Verpflanzen der Luzerne  
Von *B. Heinze.* S. 552.

Kleine Mitteilungen. S. 552—555.

Über die chemische Einrichtung des Assimilationsapparates. Das Problem vom Schutze gegen die Selbstverdauung. Aufdeckung verwandtschaftlicher Beziehungen bei den Pflanzen. Funde der Bronzezeit in der Touraine.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik. S. 555.

Meteorologische Zeitschrift. S. 555.

Biochemische Zeitschrift. S. 556.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. S. 556.

Verlag von Julius Springer in Berlin

## Grundriß der Fermentmethoden

Ein Lehrbuch für Mediziner, Chemiker und Botaniker

Von

Professor Dr. **Julius Wohlgemuth**

Assistent am Königl. Pathol. Institut der Universität Berlin

Preis M. 10.—; in Leinwand gebunden M. 10.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 28 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Kryptogamenflora für Anfänger

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse für Studierende u. Liebhaber

Herausgegeben von

**Prof. Dr. Gustav Lindau**

Privatdozent der Botanik an der Universität zu Berlin, Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem

Erster Band: **Die höheren Pilze (Basidiomyceten)**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 607 Figuren im Text — Preis M. 6,60; in Leinwand gebunden M. 7,40

Zweiter Band: **Die mikroskopischen Pilze**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 558 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Dritter Band: **Die Flechten**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 306 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Vierter Band, Teil I u. II: **Die Algen**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Erste Abteilung: Mit 489 Fig. — Preis M. 7,—; in Leinw. geb. M. 7,80

Zweite Abteilung: Mit 437 Fig. — Preis M. 6,60; in Leinw. geb. M. 7,40

Fünfter Band: **Die Laubmoose**

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 265 Figuren im Text — Preis M. 7,—; in Leinwand gebunden M. 7,80

Sechster Band: **Die Torf- und Lebermoose**

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 296 Figuren im Text

**Die Farnpflanzen (Pteridophyta)**

Von Guido Brause, Oberstleutnant a. D.

Mit 73 Figuren im Text — Preis M. 8,40; in Leinwand gebunden M. 9,20

Der Teil III. von Band IV, mit dem das Werk abgeschlossen sein wird, befindet sich in Vorbereitung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

22. Oktober 1915.

Heft 43.

## Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichs- anstalt im Jahre 1914.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Charlottenburg,  
Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.  
(Schluß.)

### Unterabteilung II b.

Die Prüfungen des *Starkstromlaboratoriums* erstreckten sich im Berichtsjahr auf 721 Meßapparate, 12 Generatoren, Motoren und technische Apparate, 56 Isolationsmaterialien und Apparate zur Fortleitung und Verteilung elektrischer Energie, 1 Bestimmung des Dämpfungsdekrementes von Schwingungskreisen. Ferner wurden i. J. 1914 30 neue Zähler-systemprüfungen und Ergänzungsprüfungen früher zugelassener Systeme angemeldet. Zugelassen wurden 13 Anmeldungen, 2 wurden zurückgezogen, 9 abgelehnt.

Auf die wissenschaftlichen und technischen Arbeiten des *Starkstromlaboratoriums* kann hier nur kurz eingegangen werden. Es wurde eine einfache Methode zur Prüfung von *Spannungswandlern* ausgearbeitet. Ein Hochspannungsteiler für 100 000 Volt wurde hergestellt und ein einfaches Verfahren gefunden, seinen Phasenabweichungswinkel beliebig klein zu machen.

Als Modell eines *Dielektrikums* wird folgende Anordnung abgeleitet. Man denke sich ein rückstandsfreies homogenes Dielektrikum und darin Kügelchen von einer gewissen geringen Leitfähigkeit regellos verteilt. Unter der Voraussetzung, daß das Gesamtvolumen der Kügelchen klein ist im Vergleich zum Volumen der Grundsubstanz, läßt sich das dielektrische Verhalten dieses Modells rechnerisch verfolgen und läßt sich zeigen, daß das Modell die typischen *Nachwirkungerscheinungen* aufweist.

Aus einer früheren Untersuchung in der Reichsanstalt ist bekannt, daß die Litzenspule von einer gewissen (kritischen) Frequenz an einen höheren Widerstand hat als die einlagige Spule gleichen Kupfergewichts. Dies ist in Übereinstimmung mit der Theorie, nach der die kritische Frequenz berechnet werden konnte. Nun nimmt der Wechselstromwiderstand der mehrlagigen Spule bei Vergrößerung der Drahtdicke zuerst ab, erreicht dann ein sehr spitzes Minimum und steigt alsdann wieder an. Das Gleiche gilt von der Litzenspule. Eine Litzenspule arbeitet in der Nähe der kritischen Frequenz bereits weit oberhalb des Widerstandsminimums. Der Widerstand einer solchen Litzenspule würde daher abnehmen, wenn man sie aus

einem schlechter leitenden Material oder aus dünneren Drähten herstellen würde.

Bei der Messung von Drehmomenten durch Torsionsdynamometer besteht die Hauptschwierigkeit in der Ablesung der sich drehenden Teilung. Eine *neue optische Ablesevorrichtung* beruht nun auf der Verwendung eines mit dem Dynamometer umlaufenden Linsensystems, dessen Achse parallel der Drehachse ist und in dessen Brennebene die zu betrachtende Teilung und der Index angeordnet sind. Mittels dieser Vorrichtung sieht ein parallel der Drehachse blickendes Auge beim Einstellen auf unendlich ein deutliches Bild. Bei schneller Drehung des Dynamometers erhält man durch die rasche Aufeinanderfolge der Bilder ein ständiges Bild der Teilung. Die Ablesevorrichtung eignet sich sowohl für die Einschalte-Dynamometer als auch zur Messung kleiner Verdrehwinkel, z. B. bei Schiffswellen.

Eine *Liebenschke Verstärkerröhre* wurde mit Rücksicht auf die für Meßzwecke besonders wichtige Frage nach der Verzerrung der Kurvenform bei der Verstärkung untersucht. Es zeigten sich z. T. beträchtliche Verzerrungen, welche erst verschwinden, wenn die an die Röhre gelegte Wechselspannung unter etwa 1 Volt sank. Weitere Versuche mit der Röhre als Generator ungedämpfter elektrischer Schwingungen ergaben, daß die Erzeugung schneller Schwingungen großer Konstanz mit der Röhre möglich ist. Da die Röhre eine gewisse Kapazität besitzt, so ist zur Erreichung großer Intensität eine Abstimmung der Kreise nötig.

Es wurden verschiedene Methoden zum quantitativen Empfang elektrischer Wellen mit den zur Verfügung stehenden Antennen erprobt.

Einen für Messungen und photographische Registrierungen besonders geeigneten Wellenempfänger, der den gebräuchlichen Kontaktdetektoren an Empfindlichkeit gleichkommt, lieferte eine lichtelektrische Zelle in Verbindung mit einem Saitenelektrometer.

Im Anschluß an eine Arbeit von *Gehrcke* und *Seeliger* wurden die Anregungsbedingungen einiger Bandenspektren des Stickstoffs und Kohlenstoffs studiert. Die experimentelle Anordnung ist grundsätzlich dieselbe wie in der genannten Arbeit, wurde jedoch wesentlich vervollkommen, so daß nunmehr Expositionszeiten von 1 bis 2 Stunden genügen, um mit einem lichtstarken Spektralapparat brauchbare Aufnahmen zu erhalten.

Im *Schwachstromlaboratorium* wurden geprüft: 8 Proben Leitungs- bzw. Widerstandsmaterial, 89 Einzelwiderstände, 19 Widerstandssätze, 35 verschiedene Gegenstände, 140 Normalelemente,

44 Trockenelemente, 7 Kondensatoren, 18 Kapazitätssätze und Variatoren, 7 Induktivitäten.

Im Laufe des Berichtsjahres ist neu eingerichtet ein *Laboratorium für elektrische Meßtechnik*, in dem im allgemeinen solche Aufgaben bearbeitet werden sollen, welche die Verwendung der Elektrizität in der deutschen Gewerbetätigkeit zu fördern geeignet sind, ohne daß bestimmte Anträge auf Prüfungen oder Untersuchungen von seiten der Technik vorzuliegen brauchen. Als nächste Aufgabe soll die Untersuchung der elektrischen Eigenschaften der Metalle und Legierungen wieder aufgenommen und weitergeführt werden. — Der Bericht geht näher auf die Vorgeschichte der Arbeiten, die dem Laboratorium zur Verfügung stehenden Räume, die Konstruktion eines elektrischen Ofens für Tiegelschmelzungen bei Temperaturen bis über  $2000^{\circ}\text{C}$ . unter Luftleere oder in indifferenten Gasen sowie endlich auf das diesem Ofen einzubauende Strahlungs-pyrometer ein, das in manchen Stücken dem Féryschen Pyrometer ähnlich ist.

Im *Magnetischen Laboratorium* wurden 1 Magnetisierungsapparat nach Köpsel-Kath und 2 Induktionsspulen geprüft, ferner an Materialien 24 Proben unmagnetisches Material (Nickelstahl), 24 Proben Stahlguß, Gußeisen, Magnetstahl, 73 Proben Dynamoblech.

Die früher erwähnte neue Methode der Bestimmung von Sättigungswerten magnetischer Materialien (Vereinigung von Joch- und Isthmusmethode) ist einerseits auf laufende Prüfungen angewendet worden; andererseits ist auch die Übertragung der Methode auf die Prüfung von Dynamoblech bis zur Sättigung (erreichbarer Höchstwert der Feldstärke 7000 Gauß) gelungen. Unstimmigkeiten zwischen den Ergebnissen der mit verschiedenen Apparaten vorgenommenen Verlustmessungen gaben Veranlassung zur genaueren Prüfung der Fehlerquellen der zurzeit in Betracht kommenden wattmetrischen Meßmethode. Hiernach ist für die Genauigkeit der absoluten Messung von Normalproben eine Verfeinerung erwünscht.

Es wurde ein einfaches Verfahren gefunden, nach dem es gelingt, sich von der *Hysterese unabhängig* zu machen. Dies Verfahren besteht darin, daß bei jeder Feldstärke durch einen übergelagerten Entmagnetisierungsprozeß (Wechselfeld von hinreichender, stetig bis zu Null abnehmender Höhe) eine so gleichmäßige Verteilung der Magnetisierungsrichtungen im Innern des Materials erreicht wird, als das wirkende stationäre Feld es eben zuläßt. So kann Punkt für Punkt der ideale hysteresefreie Zustand erreicht werden. Die Intensitäten im auf- und absteigenden Ast werden die gleichen und die Hysteresisschleife fällt fort. — Zunächst sind für eine größere Zahl von Materialien solche ideale Magnetisierungskurven aufgenommen worden.

Auf Veranlassung des Reichs-Marine-Amtes wurde eine Untersuchung über die absolute

Größe des bei manchen sogenannten unmagnetischen Nickelstahllegierungen nach der Bearbeitung im Schmiedefeuer auftretenden remanenten Magnetismus und dessen wahrscheinliche Entstehungsursachen mit dem Ergebnis durchgeführt, daß die beobachtete Erscheinung zu ernsthaften Befürchtungen betr. Kompaßstörungen auf Kriegsschiffen kaum Veranlassung geben dürfte. Die Ermittlung der Abhängigkeit der Magnetisierbarkeit von Eisen-Mangan-Legierungen von der thermischen Behandlung, namentlich dem Abschrecken bei verschiedenen hohen Temperaturen, hat außergewöhnlich umfangreiche Versuche erfordert, aber auch zu recht interessanten Ergebnissen geführt, über die später im Zusammenhang berichtet werden soll. — Eine Untersuchung der magnetischen Eigenschaften reinsten Eisens in Abhängigkeit von der Art der Abkühlung aus hohen Temperaturen ist fast abgeschlossen und dürfte über einige auch technisch wichtige Erscheinungen Aufschluß geben.

### Abteilung III.

#### Unterabteilung III a.

Die Versuche zur *Eichung von Platin-Widerstandsthermometern in tiefer Temperatur* sind durch Vergleichung mit Heliumthermometern fortgesetzt worden. Für die beiden der Beobachtung zugänglichen Intervalle 80 bis  $62,5$  und  $20,3$  bis  $16,4^{\circ}$  abs. ließ sich für ein Platinthermometer das Widerstandsverhältnis  $R = \frac{r}{r_0}$  als Funktion der absoluten Temperatur  $T$  durch die empirische Formel

$$\log(R - 0,0038) = -1,71496 + 0,76176 \log T - \frac{34,985}{T}$$

mit einer Genauigkeit von etwa  $\pm 0,02^{\circ}$  darstellen. Für andere Platindrähte aus der gleichen Schmelze gelten Gleichungen mit nahezu denselben Konstanten. Das Widerstandsverhältnis  $R'$  steht dann mit  $R$  in der Beziehung

$$R' - R = a(R - 1) + b(R - 1)^2,$$

wo  $a$  und  $b$  Konstante bedeuten, die sich durch Vergleichung der Thermometer bei den normalen Siedetemperaturen von flüssiger Luft bzw. flüssigem Sauerstoff und flüssigem Wasserstoff ermitteln lassen. — Für Platinsorten verschiedener Herkunft wird die Beziehung in tieferen Temperaturen unsicher.

Die normale *Siedetemperatur des Wasserstoffs* wurde nach der dynamischen Methode bestimmt, indem ein Heliumthermometer direkt in die siedende Flüssigkeit eingetaucht wurde. Es ergab sich  $t = -252,79^{\circ}$ , bzw. unter Berücksichtigung der nach der Methode von D. Berthelot berechneten Korrektur in der thermodynamischen Skala  $t = -252,79^{\circ}$ .

In dem Bericht sind die in den letzten Jahren ausgeführten Vergleichungen zwischen Wasserstoff-, Helium-, Stickstoff- und Argonthermometern konstanten Volumens tabellarisch zusam-

mengestellt. Es wird aus den Zahlen gefolgert, daß in dem Beobachtungsintervall von  $-252,8^{\circ}$  bis  $+445^{\circ}$  die Berthelotsche Zustandsgleichung<sup>1)</sup> die Abweichungen der verschiedenen Gasthermometer voneinander nicht mit genügender Genauigkeit darstellt.

Vergleichende Messungen an Platinwiderstandsthermometern in Leiden und Teddington ergaben befriedigende Resultate.

Die spezifische Wärme  $c_p$  des Argons wurde nach der früher eingehend beschriebenen Methode bei Atmosphärendruck

$$\begin{array}{l} \text{bei } 20^{\circ} \text{ zu } 0,1263 \frac{\text{g-Kal } 15}{\text{g} \cdot \text{Grad}} \\ \text{„ } -180^{\circ} \text{ „ } 0,1317 \text{ „} \end{array}$$

bestimmt. Für  $20^{\circ}$  ergibt sich hieraus unter Benutzung der Berthelotschen Zustandsgleichung das Verhältnis der spezifischen Wärmen im idealen Gaszustand  $k = 1,65_1$ . Die Abweichung dieses Wertes von dem für einatomige Gase von der kinetischen Gastheorie geforderten (1,667) liegt in demselben Sinne, wie früher bei Helium beobachtet wurde.

Zur Ermittlung der Zustandsgleichung wurden für reines Helium die  $p v$ -Werte für die Temperaturen  $0^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  bei den Drucken 19 und 38 m Quecksilber bestimmt. Die Isothermen verlaufen innerhalb dieser Grenzen genau geradlinig und zeigen von ähnlichen Messungen *Kamerlingh Onnes'* Abweichungen bis zu 0,1 %. — Diese Messungen sowie die Versuche zur Bestimmung der mittleren spezifischen Wärme der Luft bis 300 at zwischen  $20^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  mußten wegen Einberufung der Beamten zum Heeresdienst zunächst abgebrochen werden.

Die Untersuchung über die *Aneroide* ist vorläufig abgeschlossen. Bei den in der Reichsanstalt nach dem neuen Konstruktionsprinzip hergestellten Instrumenten beläuft sich die maximale Differenz in den Angaben bei fallendem und bei steigendem Druck zwischen 760 und 400 mm auf 2 mm.

#### Unterabteilung III b.

Die Prüfungen erstreckten sich auf 8375 Ausdehnungsthermometer der verschiedensten Art, 492 elektrische und optische Thermometer, 151 Druckmeßinstrumente, 458 Apparate zur Untersuchung von Erdölen, endlich 48 Prüfungen verschiedener Art (Legierungsringe für Dampfkesselsicherheitsapparate, Thermographen, Barographen, Hyrometer, Kalorimeter, Kohlenproben usw.).

Im Intervall 0 bis  $100^{\circ}$  wurde eine Reihe von Quecksilberthermometern unter sich und mit drei Platin-Widerstandsthermometern verglichen. Unter den Quecksilberthermometern repräsentieren zwei, welche im Bureau international untersucht und bei  $20^{\circ}$  und  $40^{\circ}$  mit den dortigen Normalen direkt verglichen sind, die internationale

Wasserstoffskale, zwei Einschlußthermometer aus 16<sup>III</sup> die Skale des Prüfungslaboratoriums der Reichsanstalt, endlich gehört je ein Stabthermometer aus Jenaer Glas 16<sup>III</sup> und 59<sup>III</sup> zu den Instrumenten, mit denen i. J. 1897 in der Reichsanstalt, Abt. I, für diese Glassorten die Reduktionen auf das Gasthermometer abgeleitet worden sind (Skale der Abt. I). Die gefundenen Resultate sind im Bericht tabellarisch dargestellt; die Werte stimmen für die Quecksilberthermometer innerhalb der Fehlergrenzen von etwa  $0,005^{\circ}$  vollständig überein, so daß auch die drei Skalen praktisch nicht voneinander abweichen.

Die Vergleichen von fundamental bestimmbaren, ganz oder nahezu luftfreien Quecksilberthermometern aus Jenaer Glas 16<sup>III</sup> und 59<sup>III</sup> zwischen  $100^{\circ}$  und  $300^{\circ}$  mit Platinwiderstandsthermometern sind jetzt auch rechnerisch zum Abschluß gebracht. Die Resultate sind im Bericht mitgeteilt.

Im Laufe des Jahres 1914 wurden in der Großh. Sächs. Prüfungsanstalt in Ilmenau 183 523 ärztliche und 2465 andere, in der Herz. Sächsischen Prüfungsstelle in Gohlberg 60 763 ärztliche Thermometer geprüft.

Untersuchungen an Thermoelementen aus unedlen Metallen ergaben, daß Elemente aus Konstantan-Eisen und Konstantan-Stahl ein Verweilen in einer Temperatur von  $800^{\circ}$  noch während 250 bis 300 Stunden ertrugen. Dasselbe gilt auch von Elementen aus Nickel gegen 35 proz. Nickelstahl, während solche aus Nickel gegen 66 proz. Nickelstahl sich selbst bis  $1000^{\circ}$  hinauf bewährt haben. Elemente aus Nickel-Kohlerohr ertrugen sogar durchschnittlich eine etwa 275-stündige Erhitzung auf etwa  $1200^{\circ}$ , ohne daß die Änderungen der Thermokraft mehr als  $10^{\circ}$  betrugen. — Elemente aus Nickel gegen Nickelchrom (10 % Chrom) zeigten bei längerem Verweilen bei  $1000^{\circ}$  Änderungen bis zu  $10^{\circ}$ . Hiernach scheint also Nickelchrom für thermoelektrische Zwecke bis  $1000^{\circ}$  brauchbar zu sein.

Die Bestimmung des Wärmeleitvermögens von drei Metallen in Stabform erfolgte in der Weise, daß beim Erhitzen eines Stabendes das Temperaturgefälle im stationären Zustande mit Hilfe von drei in gleichem Abstände angebrachten Thermoelementen ermittelt wurde. Das Ergebnis ist insofern von allgemeinem Interesse, als sich herausstellte, daß eine Handels-Kupfersorte nur etwa ein Drittel des Leitvermögens von reinem Kupfer hatte. Nach Angabe des Einsenders enthielt das Material etwa 1 % Arsen. Eine derartig starke Einwirkung einer geringen Menge Arsens ist bereits früher beobachtet worden.

#### Chemisches Laboratorium.

Die Haupttätigkeit des Chemischen Laboratoriums bezog sich auf die Reindarstellung der Metalle. Das Ziel der schon mehrere Jahre hindurch fortgesetzten Versuche geht dahin, einerseits die einzelnen Metalle im Zustande möglicher Reinheit der wissenschaftlichen Forschung zu-

<sup>1)</sup> Vgl. *D. Berthelot*, Zeitschr. f. Elektrochem. 1904, S. 621; Trav. et Mém. du Bureau intern. des Poids et Mes. 13, 1903.

gänglich zu machen, andererseits die analytischen Untersuchungsmethoden soweit zu verschärfen, daß sie der empfindlichsten Prüfung auf Verunreinigungen Genüge leisten. Im Berichtsjahre sind bezüglich Arbeiten ausgeführt an Platin, Wismut, Antimon, Nickel und Kobalt; Einzelheiten der Ergebnisse möge man im Tätigkeitsbericht selbst nachlesen.

Die in Gemeinschaft mit der Werkstatt seit mehreren Jahren bis in die neueste Zeit fortgeführten Untersuchungen über Metallbeizen haben zu der Erkenntnis geführt, daß die für die Feinmechanik wichtigsten Beizfärbungen nunmehr bekannt, und die Aussichten für die Entdeckung neuer wertvoller Färbungen nur noch gering sind. Die hierauf bezüglichen Forschungsergebnisse der Reichsanstalt sind in 5 Veröffentlichungen niedergelegt; eine weitere systematische Verfolgung des Gegenstandes in der Reichsanstalt kann damit als abgeschlossen gelten.

#### *Präzisionsmechanisches Laboratorium.*

Die vom Laboratorium ausgeführten 266 Prüfungen beziehen sich u. a. auf Teilungen, Endmaße, thermische Ausdehnungen, Leitspindeln, Gewindenormale, Stimmgabeln, Tachometer.

Es sind Versuche zur Verfeinerung der Messungen an Endmaßen durch Prüfung der Ebenheit und Planparallelität der Endflächen in die Wege geleitet. Es wird hervorgehoben, daß die Erzeugnisse mehrerer deutscher Fabriken den erhöhten Anforderungen genügen.

#### *Werkstatt.*

Die Werkstatt hat wiederum für den inneren Betrieb der Reichsanstalt eine Reihe größerer Apparate neu gebaut; auch sonst war sie mit Reparaturarbeiten, insbesondere aus Anlaß der Neueinrichtung verschiedener Laboratorien stark beschäftigt.

Es wurde der Bau eines Teilungsuntersuchers für Zahnräder bis zu 45 cm Durchmesser begonnen, nachdem sich ein kleines Modell gut bewährt hatte. Versuche zur Bestimmung des Ungleichförmigkeitsgrades rotierender Maschinen mußten wegen der Inanspruchnahme durch dringlichere Arbeiten zurückgestellt werden.

#### *Veröffentlichungen.*

Ein Anhang des Berichts umfaßt 89 Nummern von Veröffentlichungen aus der Reichsanstalt im Jahre 1914, die etwa zur Hälfte amtlichen Charakter tragen, zur anderen Hälfte ihre Entstehung der außeramtlichen Tätigkeit der Angehörigen der Reichsanstalt verdanken.

### **Besprechungen.**

**Oppenheimer, Carl, Stoffwechselermente.** Sammlung Vieweg. — Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Heft 22. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1915. 92 S. Preis M. 2,80.

Die kleine Schrift *Oppenheimers* ist sehr verdienstlich, da sie einen guten Überblick über die Entwicklung

der allgemeinen Fermentprobleme gibt und insbesondere die biologische Betrachtung der Phänomene berücksichtigt. Seit der Feststellung *Buchners*, daß das zuckerzerstörende Vermögen der Hefezellen und seit dem durch den Referenten geführten Nachweis, daß die autolytischen Funktionen der tierischen Zellen die Wirkungen isolierbarer oder wenigstens extrahierbarer Enzyme sind, war es klar, daß die Enzyme bedeutungsvolle Faktoren des Zellstoffwechsels sind. Das Tatsachenmaterial, das in diesem Sinne sprach, mehrte sich denn auch von Tag zu Tag und Referent konnte in mehrfachen zusammenfassenden Darstellungen die große Bedeutung der „intrazellulären Fermente“ eingehend erörtern. Es war bald sicher und wurde immer allgemeiner anerkannt, daß die Enzyme im tierischen Organismus nicht nur zur Sekretion bestimmt sind, nicht nur die Aufgabe haben, die Nährstoffe zur Resorption vorzubereiten, sondern daß sie die wesentlichsten Leistungsfaktoren der Zellen selbst sind. *Oppenheimer* legt die Entwicklung dieser Untersuchungen dar und schlägt vor, die intrazellulären Fermente lieber als Stoffwechselermente zu bezeichnen und ich glaube, daß diese Bezeichnung sich wohl einbürgern wird. Im Stoffwechsel haben wir es mit den 3 Fermentgruppen zu tun, die auch sonst in erster Linie stehen, den Lipasen oder fettsplittenden Fermenten, den Carbohydrasen, welche die Kohlehydrate spalten, und den Proteasen, die der Eiweißspaltung dienen. *Oppenheimer* diskutiert dann die Stellung der Enzyme zu den Katalysatoren und macht dann darauf aufmerksam, daß man nicht ohne weiteres alle Faktoren, welche in den Zellen auf chemische Umsetzungen einwirken, als Fermente zusammenfassen und so als einheitlich in einen Topf werfen darf. Dazu weiß man natürlich zu wenig von den einzelnen Agentien der Zelle. Aber er stimmt dem Referenten, der diese Grenzen auch stets scharf betont hat, wohl darin bei, daß der von einigen Ferment-Enthusiasten angerichtete Schaden kaum sehr groß ist, da die Methodik des Experimentierens immer die gleiche bleibt, bei den Männern der Vorsicht und bei denen, die rasche Verallgemeinerungen lieben. Denn immer geht das Bemühen dahin, einmal den betreffenden chemischen Vorgang möglichst restlos aufzuklären, seine physikalisch-chemischen Bedingungen zu studieren und, soweit irgend zugänglich, das wirksame Agens von den übrigen Zellbestandteilen zu trennen.

*Oppenheimer* gibt dann eine gute Übersicht über die Stoffwechselvorgänge der Zellen. Sie sind am einfachsten nach ihren Zwecken zu gliedern. Der Stoffwechsel ist notwendig zur Assimilation, d. h. zum Aufbau mehr oder weniger spezifischer, neuer Zellsubstanz, zur Beseitigung durch Abnutzung minderwertig gewordener Zellbestandteile und endlich zur Bereitstellung der geeigneten Energiearten, also hauptsächlich Arbeit und Wärme. Für den Zweck der Energiebeschaffung muß die Zelle ihre Substanzen nicht nur hydrolysieren, sondern dann noch in weitem Umfange oxydieren. Chemisch betrachtet leistet die Zelle Synthesen, hydrolytische Spaltungen und Oxydationen und *Oppenheimer* schildert anschaulich, inwieweit diese Stoffwechselvorgänge heute als fermentativ erkannt sind. Dabei hat der Leser die angenehme Gelegenheit, eine Fülle neuerer Feststellungen auf dem Gebiete der Fermentforschung, wie z. B. den Abbau der Nucleinsäuren, bequem kennen zu lernen. Sodann wird die Autolyse der Zellen besprochen und im Anschluß an die Darlegungen des Referenten erörtert, inwieweit die Autolyse ein Bild des Zellstoffwechsels gibt und



welche Faktoren man neben den Fermenten annehmen muß, um zu verstehen, daß intra vitam die Prozesse in der notwendigen Regelmäßigkeit sich abspielen. Die autolytische Proteolyse wird z. B. dadurch dem Verständnis näher gerückt, daß hier neben dem Ferment, welches das große Eiweißmolekül aufspaltet, eine Peptase, welche Peptide spaltet, und eine Arginase, welche spezifisch Arginin abbaut, wirksam sind. Leider können wir eine Reihe von neueren Einzelbefunden hier nicht näher besprechen, z. B. die physiologische Bedeutung der sog. Streckerschen Reaktion, bei der aus Aminosäuren unter gleichzeitiger Abspaltung von Kohlendioxyd und Ammoniak unter Aufnahme von Sauerstoff ein Aldehyd entsteht, ferner die von *Felix Ehrlich* entdeckte Bildung von Alkoholen aus Aminosäuren im Stoffwechsel der Hefezellen, ein Vorgang, den *Oppenheimer* als alkoholische Gärung der Aminosäuren bezeichnet. Sodann wird die von *Neuberg* aufgefundene Reduktion der aromatischen Nitrokörper durch lebende Hefe besprochen und in ihrer Bedeutung gewürdigt. Man findet dann einen besonderen Abschnitt über den Abbau des Zuckers, der sehr viel bietet, leider aber auf knappem Raume sich nicht skizzieren läßt. Wir folgen mit Spannung der Geschichte der Glykolyse seit *Buchners* Entdeckung, lesen mit Interesse von der Bedeutung, welche die von *Harden* entdeckte Phosphorsäureesterbildung des Zuckers für den Ablauf der Glykolyse hat, und erkennen die weittragende Wichtigkeit von *Neubergs* Entdeckung, daß die Hefe aus der Bernsteinsäure Kohlensäure abspaltet. Eng hiermit hängt auch die Palladinsche Theorie über die Entstehung der Kohlensäure zusammen. Immer mehr scheint es, als ob alle Zellen im Prinzip auf ähnliche Weise den Zucker verarbeiten, wahrscheinlich kommt ein langsam verlaufender Oxydationsvorgang und nicht eine eigentliche Verbrennung in Frage. Daraus läßt sich dann weiter ableiten, daß die lebendige Kraft der Muskeln nicht über den Umweg der Wärme, sondern über eine andere, noch nicht klar erkannte Energiequelle gebildet wird. Auf die allmählich recht kompliziert gewordene Lehre von den Oxydasen wird nur kurz eingegangen, so daß der mit der Literatur nicht vertraute Leser sich wohl kein ganz klares Bild von dem Stand der Dinge wird machen können.

In einem besonderen Abschnitte werden die Bedeutung der Fermente für die Pathologie und *Abderhaldens* Abwehrfermente besprochen. Bei der großen Wichtigkeit der Stoffwechselermente für den normalen Ablauf der Lebensvorgänge ist ja a priori unbedingt anzunehmen, daß mit einem abnormen Verlauf von Fermentprozessen bei Krankheiten gerechnet werden muß. Experimentell wissen wir etwas darüber seit der Zeit, als Referent die enorme Wirkungssteigerung der proteolytischen Zellfermente bei der Phosphorvergiftung nachwies, ein Befund, der allmählich auch bei anderen Vergiftungen und bei Infektionen bestätigt werden konnte. Wenig Klarheit herrscht bisher über die Fermentstörungen bei Gicht und Diabetes. *Abderhaldens* Abwehrfermente werden kritisch besprochen und gezeigt, daß sie biologisch auch dann interessant bleiben, wenn ihre den Klinikern angehende diagnostische Brauchbarkeit nur beschränkt wäre. *Oppenheimer* betont ihre Bedeutung für die Spezifität der Zellfermente. Bekanntlich hat Referent vor Jahren zuerst den von *Abderhalden* bestätigten Nachweis geführt, daß die proteolytischen Zellfermente spezifisch auf ihr eigenes Eiweiß eingestellt sind. *Oppenheimer* neigt der neuerdings auch von *Abderhalden* akzeptier-

ten Annahme des Referenten zu, daß die Abwehrfermente nicht reaktive Neubildungen sind, sondern Sekretionsprodukte der Organe, deren Eiweiß sie abbauen. Endlich lenkt Verfasser die Aufmerksamkeit des Lesers auf die hochinteressanten Versuche von *v. Wassermann* und von *Neuberg* und *Caspari* über Heilung maligner Tumoren durch Metallverbindungen. Auch hier scheint eine spezifische Beeinflussung der Stoffwechselermente der Tumoren vorzuliegen.

*Martin Jacoby, Berlin.*

**Kobert, R., Über die Benutzung von Blut als Zusatz zu Nahrungsmitteln.** 2. wesentlich vermehrte Auflage. Rostock, H. Warkentien, 1915. 56 S. Preis M. 0,90.

Der Rostocker Pharmakologe tritt in dem kleinen Heftchen mit großer Wärme für die Verwendung des Blutes der Schlachttiere für die Volksernährung ein. Die Veranlassung dazu bietet natürlich die große Fleischteuerung während des Krieges, die namentlich das tierische Eiweiß für Unbemittelte kaum erschwinglich sein läßt. Die Durchführbarkeit und Zweckmäßigkeit des Planes beweist *Kobert* aus zahlreichen praktischen Erfahrungen. Besonders wichtig ist gegenüber allen Einwänden vom grünen Tisch aus der Hinweis, daß bei zahlreichen Völkern das Blut als Nahrungsmittel seit Menschengedenken vielfach verwendet wird. Als ganz besonders praktisch ist von allen Arten der Darreichung die in Brotform anzusprechen, wie es in Schweden, Oldenburg, den baltischen Provinzen volkstümlich ist; im Rheinland und einigen süddeutschen Städten hat sich nach des Verfassers Bericht seit Jahren ein vom Apotheker *Block* in Bonn angegebenes Brot sehr eingebürgert.

*Kobert* gibt an, daß in Deutschland 58 Millionen Kilo Blut jährlich zur Verfügung stehen. Es erscheint daher der größten Beachtung der Volkswirtschaft wert, die denkbar beste Verwertung dieser Mengen zu gewährleisten und ihre minderwertige, wie z. B. zu Düngerzwecken, dementsprechend einzuschränken. Nach den sehr günstigen Zeugnissen hervorragender Physiologen, Chemiker und Ärzte dürften sich unsere Behörden der sorgsamsten Prüfung der Sache nicht entziehen.

*A. Lazarus, Berlin-Charlottenburg.*

**Baur, Erwin, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre.** 2. neubearbeitete Auflage. Berlin, Gebr. Borntraeger, 1914. VIII, 401 S., 131 Figuren und 10 Tafeln. Preis M. 14,50.

*Baurs* Einführung gehört neben *Johannsens* Elementen, *Batesons* Principles und einigen anderen Büchern in die selbstverständliche Bibliothek jedes Biologen, der Vererbungslehre treibt. Unter den vielen modernen Vererbungsbüchern ist es besonders dadurch charakterisiert, daß es, unter möglichster Vermeidung überflüssiger oder nicht genügend begründeter Theorien, das ganze Gebiet der Vererbungslehre auf exakter Grundlage abhandelt. *Baur* hebt die tatsächlichen Ergebnisse der Vererbungsforschung heraus und führt den Leser auch in die verwickelteren Fragen derselben ein. Er legt die kritische Sonde dieser neuen Ergebnisse scharf an alte oder auch neue, aber schnell veraltete Anschauungen, die heute nicht mehr haltbar sind.

Hatte dieses Prinzip schon die erste Auflage von *Baurs* Buch in ganz besonderer Weise wertvoll gemacht, so tritt es auch diesmal wieder durchaus vorteilhaft hervor. Dabei wird aber die in der ersten Auflage vielleicht hie und da etwas harte Form, die ja leicht durch das Betonen der Tatsachen zustande kommt, in der 2. Auflage in äußerst glücklicher Weise

gemindert. Dazu trägt wohl einmal bei, daß *Baur* in der 2. Auflage öfter an Arbeiten aus früherer Zeit anknüpft. Weiter aber werden einzelne Fragen — ganz abgesehen von der Einführung neuer Daten — in etwas erweiterter Form gegeben, was für den Charakter des Buches als „Einführung“ besonders wertvoll ist; ich denke z. B. an das Kapitel über die Variationen usw.

Ganz abgesehen von diesen — nach Ansicht des Ref. sehr zu begrüßenden — kleinen Veränderungen in den Charakterzügen des Buches sind natürlich sehr zahlreiche Ergebnisse der so schnell fortschreitenden Vererbungsforschung der letzten Jahre eingeführt worden. Viele neue vorzügliche Bilder und farbige Tafeln treten neben die aus der ersten Auflage bekannten. Die Kapitelzahl wird unter dem anwachsenden Stoff von 15 auf 19, die Seitenzahl von 293 auf 393 vermehrt.

Von Einzelheiten kann naturgemäß hier nichts angeführt werden. Dagegen sei der Leser auf die prinzipielle Stellungnahme des Verfassers zu einigen sehr wichtigen Fragen der Vererbungslehre aufmerksam gemacht, welche in dem Buche immer wiederkehren. Einmal wissen wir ja schon aus der ersten Auflage, daß *Baur* der Theorie von der Vererbung erworbener Eigenschaften durchaus ablehnend gegenübersteht. Auch die neueren Versuche *Kammerers* läßt *Baur* nicht gelten. Ref. begrüßt diesen kritischen Standpunkt durchaus, nur scheint es ihm auf der anderen Seite etwas zu weit gegangen, wenn *Baur* sagt: Wenn wir also fragen und erklären wollen, wie die vorteilhaften Eigenschaften der Organismen entstanden sind, so lautet im Grunde die Frage immer: Wie ist die vorteilhafte *Modifizierbarkeit* entstanden? Es erscheint mir doch kaum am Platze, zu sagen: „Alle nützlichen Merkmale sind im Grunde immer nur vorteilhafte Modifizierbarkeiten.“ Was sagt uns das beispielsweise für Kakteen, succulente Euphorbien usw.? Hier kann man doch kaum noch von Modifizierbarkeiten sprechen, obgleich die betreffenden Eigenschaften sicher durchaus nützliche Merkmale sind!

Neu für die 2. Auflage ist die sehr kritische Stellung *Baurs* gegenüber der Presence-Absence-Hypothese, die sich zwar noch nicht im ganzen Buche durchgesetzt hat, aber ganz besonders im Hinblick auf die auch nach des Ref. Ansicht völlig willkürliche Einteilung der Mutationen in Verlustmutanten und sonstige Mutanten sehr zu begrüßen ist. Durchaus stimmt Ref. auch sonst mit *Baurs* Anschauungen über die Mutationen überein.

Neu ist weiterhin für die 2. Auflage die Einführung des Naegelischen Begriffes des Idioplasmas, die zur Klärung mancher Fragen bedeutsam beiträgt.

Alles in allem ist *Baurs* Buch auch in seinem neuen Gewande das, was es schon in der ersten Auflage war: ein wirklich zuverlässiger und kritischer Führer in und durch das Gebiet der Vererbungslehre. Es kann nicht warm genug empfohlen werden.

E. Lehmann, Tübingen, z. Zt. Ulm.

**Engler, A., Das Pflanzenreich.** Regni vegetabilis conspectus. Im Auftrage der Königl. preuß. Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Heft 64 (M. 4.—) und Heft 65 (M. 5.—). Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1915.

Heft 64: *Araceae - Philodendroideae - Anubiadeae, Aglaonemataceae, Dieffenbachieae, Zantedeschiae, Typhonodoreae, Peltandrae* mit 340 Einzelbildern in 34 Figuren von A. Engler (78 S.). Von der Unterfamilie Philodendroideae der Aronstabgewächse war eine Abteilung (Tribus) schon früher beschrieben worden;

das neue Heft enthält die übrigen sechs Tribus, deren Namen die Überschrift verzeichnet. Die 93 mit genauen lateinischen Diagnosen versehenen Arten sind auf 8 Gattungen verteilt. Die artenreichste von diesen ist die auf den Sundainseln, den Philippinen, in Hinterindien und Neu-Guinea verbreitete Gattung *Aglaonema* (41 Arten). Ihr zunächst steht die südamerikanische *Dieffenbachia* mit 27 beschriebenen Arten, von denen zwei als polymorphe Typen bezeichnet sind. 12 Arten gehören zu *Anubias*, die in Westafrika, und 8 zu *Zantedeschia*, die zumeist in Südafrika verbreitet ist. Die nordamerikanische *Peltandra* hat 2 Arten. *Amauriella* (Westafrika), *Aglaodorum* (Sundainseln und Malakka) und endlich das im ostafrikanischen und madagassischen Gebiet auftretende *Typhonodorum* (*Lindlaya* num), das in Sansibar die Betten der Bäche dicht erfüllt, sind monotypisch.

Heft 65: *Euphorbiaceae - Phyllanthoideae - Brideliaceae* mit 84 Einzelbildern in 15 Figuren von E. Jablonszky (98 S.). Die Tribus *Brideliaceae* bildet innerhalb der Unterfamilie *Phyllanthoideae* der Wolfsmilchgewächse eine gut umgrenzte Gruppe, deren Angehörige meist Bäume und Sträucher mit lederartigen, elliptischen oder eiförmigen Blättern und knäuelförmigen Blütenständen sind. Eigentümlich ist ihnen (wie einer verwandten Gruppe) u. a. das Fehlen der bei den Euphorbiaceen verbreiteten Milchröhren und der sie ersetzenden Organe. Die Blüten sind monoözisch und wahrscheinlich auf Fremdbestäubung angewiesen. Die *Brideliaceae* kommen nur in den Tropen der alten Welt vor. Ihre Hauptentwicklung erreichen sie in Malakka, auf Sumatra, Java, Borneo und den Philippinen; auch das tropische Afrika bildet ein wichtiges Entwicklungszentrum. Eine ganz abseits stehende Art ist auf Vorderindien beschränkt, eine andere Gruppe kommt nur in Neu-Guinea vor, 7 Arten bewohnen ausschließlich das madagassische Gebiet, eine Artengruppe der Gattung *Bridelia* hat Vertreter fast im ganzen Verbreitungsgebiet der Tribus. Viele der *Brideliaceae*, vor allem der indisch-malayischen Arten, sind Bewohner der tropischen Regen- und Monsunwälder und haben bisweilen Blätter mit schön entwickelten „Träufelspitzen“ zur Ableitung des Wassers. Andere Arten spielen in den Busch- und Grassavannen Afrikas, an deren trockenes und dürres Klima sie sich durch knorrigen Wuchs, Verdornung der Äste, harte Blätter usw. angepaßt haben, eine bedeutende Rolle. Die Tribus enthält nur zwei Gattungen: *Cleistanthus* mit 106 und *Bridelia* mit 56 beschriebenen Arten. Giftig scheint nur *Cleistanthus collinus* zu sein; die Pflanze liefert ein Ätzmittel und Fischgift. Andere Arten finden in der Volksmedizin Verwendung. Mehrere *Brideliaceae* liefern den eingeborenen Nutzhölzer; von manchen werden die rutenförmigen Zweige als Flechtmaterial verwendet. Aus der gerbstoffhaltigen Rinde von *Bridelia ferruginea* wird „Kolu“ hergestellt, der zum Festigen von Tontöpfen und der Lehmfußböden in den Hütten dient. Eine wichtige Futterpflanze für afrikanische Seidenraupen stellt *Bridelia micrantha* dar, die deswegen auch kultiviert wird, z. B. in Uganda. Mehrere nicht näher bekannte *Bridelia*-Arten spielen bei gewissen Zeremonien der Afrikaner eine Rolle.

F. Moewes, Berlin.

**Engler, A., Die Pflanzenwelt Afrikas, insbesondere seiner tropischen Gebiete.** III. Band. 1. Heft: *Charakterpflanzen Afrikas* (insbesondere des tropischen). Die Familien der afrikanischen Pflanzenwelt und ihre Bedeutung in derselben. 2. Die

*dikotyledonen Angiospermen. Casuarinaceae bis Dichopetalaceae.* (Engler und Drude. Die Vegetation der Erde IX.) Leipzig, W. Engelmann, 1915. VI. 869 S. und 401 Textfiguren. Preis geh. M. 33,—, geb. M. 34,50.

Dieser Band bildet die Fortsetzung des großen Werkes, in dem A. Engler die Flora von ganz Afrika nach ihrer geographischen und ökonomischen Bedeutung darstellt. Nachdem der 1. Band die allgemeine Übersicht gegeben und der 2. die Monokotylen abgehandelt hatte, bringt der vorliegende Anfang des 3. das erste Drittel der Dikotylen. Unter den vielen wichtigen Gruppen, die darin zur Sprache kommen, seien erwähnt z. B. die Moraceen (mit Ficus), die Capparidaceen, mehrere der afrikanischen Succulenten (Aizoaceae, Crassulaceae, Geraniaceae, Zygophyllaceae), ganz besonders aber die Leguminosen, die in Afrika wohl alle anderen Pflanzenfamilien an Vielförmigkeit und Bedeutung übertreffen. Ihre Bearbeitung, der beinahe die Hälfte des starken Bandes (S. 327 bis 698) gewidmet ist, hat H. Harms übernommen, und man verdankt seiner Sachkenntnis und Umsicht eine der Wichtigkeit des Gegenstandes würdige Darstellung. So kommen darin die vielseitigsten praktischen Interessen zu ihrem Rechte, ebenso aber bietet sich dem Theoretiker eine große Fülle wertvollen Stoffes.

Auf beiden Gebieten Zuverlässiges zu geben, bleibt überall das Ziel des Werkes. Sehr vieles, was es bringt, wird zum ersten Male zugänglich gemacht. Denn zahlreiche bisher nicht veröffentlichte Ergebnisse der Arbeiten im Königlichen Botanischen Museum zu Berlin, das dank seinem Herbarium jetzt das wichtigste Zentrum für das quellenmäßige Studium der afrikanischen Flora geworden ist, vereinigen sich in der zusammenfassenden Darstellung, die in Englers Buche von den Familien, Gattungen und wichtigeren Arten gegeben wird.

Groß an Zahl sind die Figuren im Texte, und doch wird mancher noch einiges vermissen. Aber die Auswahl solcher Abbildungen ist schwierig, zumal vielfach noch die Erfahrungen darüber fehlen, was besonders berücksichtigt zu werden verdient. Auch soll ja das Werk durch seine Bilder nicht zu einem Nachschlagebuch für jedermann werden, sondern dem Laien und Praktiker in den Kolonien, der sonst über wenig literarische Hilfsmittel verfügt, die Schwierigkeit erleichtern, sich in das Gebiet einzuarbeiten. Solchen Benutzern gelten auch die Winke, wo und wie sie für die Förderung spezieller floristischer Fragen etwas Nützliches leisten können. Tatsächlich hat auf diese Weise der 2. Band schon anregend gewirkt und zu Erfolgen beigetragen.

Dem Theoretiker wird das Buch vor allem den gegenwärtigen Stand der botanischen Erforschung Afrikas zeigen. Damit erfüllt es ein Bedürfnis; denn nur sehr wenigen Fachleuten stehen die zahlreichen Spezialbeiträge zu Gebote, in denen die Fortschritte auf diesem Gebiete niedergelegt werden. Alle übrigen brauchen eine solche Zusammenfassung, um die systematische Aufklärung der afrikanischen Formenkreise beurteilen zu können oder die Grundlagen für das pflanzengeographische Verständnis des Erdteiles zu gewinnen. In dieser Hinsicht hat Afrika seine besondere allgemeine Bedeutung, weil ja bei keinem anderen Kontinente die Anordnung der klimatischen Zonen sich so sehr dem Normalschema nähert. Dem entspricht die Lage der Wüsten-, Savannen- und Waldgebiete, und eine große Reihe von Pflanzengruppen spiegeln die gleiche Folge in der Ausprägung ihrer Formen;

es ist sehr lehrreich, so vielen Beispielen dieser Erscheinung zu begegnen und sie miteinander zu vergleichen. Auch die Beziehungen der Flora Afrikas zu den übrigen Erdteilen und das Verhältnis der Einzelgebiete heben sich immer klarer heraus. Die große Lücke des Wissens, die noch vor einigen Jahrzehnten zwischen den Nilländern und Transvaal bestand, füllt sich mehr und mehr aus. Und so verdichten sich auch hier oftmals wiederkehrende Erfahrungen zur Erkenntnis des typischen Verhaltens. Schritt für Schritt dringen wir in das Wesen der reichen zentralafrikanischen Waldflora ein, an die im Norden die merkwürdig gleichförmige Pflanzenwelt des Sudans sich anlehnt, während südwärts eine vegetativ ähnliche, aber eigenartigere und an Formen reichere Flora Anschluß findet. Daß diese Floren häufig verwandtschaftliche Verknüpfung mit dem südlichen Asien zeigen, ist lange bekannt. Aber gerade neuerdings haben überraschende Beispiele aus den verschiedensten Formenkreisen gelehrt, daß auch zum tropischen Amerika merkwürdige Beziehungen vorhanden sind.

L. Diels, Berlin-Dahlem.

**Hayek, A. Edler von, Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns.** I. Band, Lieferung 2—4. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1914—1915. S. 129—464. Preis je M. 5,—.

Wir begrüßen den schnellen Fortschritt der in Heft 52 vom 25. Dezember 1914 besprochenen Veröffentlichung. Die vorliegenden drei Lieferungen führen die Darstellung über die Sudetenländer zu Galizien mit der Bukowina und zu den Karpathen, die beinahe zum Abschluß gelangen. Im galizischen Abschnitt ist eine Menge von bisher schwieriger zugänglichem Material verarbeitet. — Die Anlage des Werkes trennt bei jedem der großen Gebiete die Behandlung der allgemeinen Formationskunde von der „speziellen pflanzengeographischen Schilderung“. Diese Spezialabschnitte sind vor allem willkommen für jeden, der auf seinen Reisen in die österreichischen Kronländer oder nach Ungarn botanische Interessen wahrnehmen will. Denn er findet hier in topographischer Anordnung die Landstriche und Standorte beschrieben, die über die floristische Natur der Teilgebiete besonders klaren Aufschluß geben. Diese Angaben sind meist kurz gehalten, aber sie teilen die wichtigeren Arten mit und bilden Merkzeichen, die den Weg zu gründlicheren Studien weisen. Viele werden aus dem Werke Nutzen und Freude ziehen, denn die botanische Mannigfaltigkeit Österreich-Ungarns wird ihre Anziehungskraft ausüben und den Geist anregen, solange es bei uns Botaniker gibt.

L. Diels, Berlin-Dahlem.

**Lindau, G., Die Algen.** 2. Abteilung (Kryptogamenflora für Anfänger. Band IV, 2). Berlin, Julius Springer, 1914. 8°. 200 S., 437 Abbild. im Text. Preis geh. M. 6,60, geb. M. 7,40.

Die Algen hatten ursprünglich 2 Bände des Lindauschen Werkes bilden sollen; nach Erscheinen des ersten davon (s. Naturwissenschaften S. 220) ist eine weitere Teilung des Stoffes erfolgt, so daß es 3 Bände Algen werden. Der noch ausstehende Teil soll die Rhodophyceen und Phaeophyceen umfassen, während im vorliegenden nunmehr die gesamten Grünalgen enthalten sind. Sie werden in die 3 Klassen der Conjugaten (84 S.), Chlorophyceen (86 S.) und Charophyten (16 S.) getrennt.

Hinsichtlich des über Sammeln und Untersuchen der Objekte Vorauszuschickenden wird auf die Einleitung des ersten Teils verwiesen, Allgemeines und Standort ist bei den hier behandelten Objekten kaum

möglich anzugeben. Indes erläutern einige Notizen doch die Besonderheiten, die bei diesen zum Teil schwer zu bestimmenden Formen vorliegen. Dabei ist die wiederholte Betonung der Notwendigkeit, den Entwicklungsgang zu kennen, sicher für viele Anfänger von Bedeutung. Die Charaktere der Gruppen werden im wesentlichen nach den Anschauungen von *Oltmanns, Wille* u. a. im Zusammenhang (auf etwa 20 S.) dargestellt, auch durch einige Figuren glücklich ergänzt. Hier sind auch besondere Angaben über Vorkommen und Präparation eingefügt. — Diese allgemeinen Abschnitte sind sehr übersichtlich und zur Orientierung wohl geeignet, für weiteres wird auf angegebene Literatur verwiesen. Es ist dankenswert, daß die Übersicht über die Klassen der Algen die in den 2 anderen Teilen des Werkes enthaltenen Gruppen mitenthält. Bei der weiteren Gliederung des Stoffes ist es klar, daß die Bestimmungstabellen der größeren Gruppen bei den Grünalgen an praktischem Wert insofern geringer sind, als sie eben meist zuviel, vor allem den Entwicklungsgang oder auch cytologische, dem Anfänger sehr schwierige Feinheiten voraussetzen müssen. Mit Recht wird hier zur Ergänzung auf das Abbildungsmaterial verwiesen. Die Auswahl der behandelten Objekte ist eher etwas breiter als in dem ersten Teil, es sind manche Formen mit nur einem Standorte erwähnt. Doch ist der Grund dafür zweifellos wohl der, daß hier bekanntermaßen oft nur der Zufall besonderer Lokalforschung mitspielt. So kann sogar die Aufnahme solcher Formen in das Werk zur Erweiterung unserer Kenntnis von ihrer Verbreitung gut beitragen. Bei den Meeresformen unter den Chlorophyceen sind die Formen der *Adria* als deutschem Gebiet mit aufgenommen, wodurch die Brauchbarkeit des Werkes sehr gewinnt. (Das wird noch deutlicher im 3. Teil der Algen werden.) Dagegen wundert es den Ref., bei *Protococcales* das Vorkommen als Flechtenanteil nirgend erwähnt zu sehen, es ist das für Anfänger doch nicht überflüssig und gerade im Zusammenhang mit dem freien Vorkommen zum Studium besonders anziehend. — Das Abbildungsmaterial ist reichlich und meist recht glücklich (aus *Migula, West und Wille*), die Vorlagen waren besser als für den 1. Teil; namentlich die Characeen sind sehr gut reproduziert. Die Wiedergabe dunklen Inhaltes oder der Undurchsichtigkeit durch Schraffur in manchen Bildern (z. B. 372, 376, 377) wirkt etwas roh, auch müßte eine solche Art der Darstellung dann in allen entsprechenden Fällen eintreten.

Das Werk ist auch in diesem Teil so wertvoll für den Gebrauch, wie in dem früheren, ja gerade für die Chlorophyceen geeignet, nicht nur dem Anfänger zu dienen, sondern nach Inhalt und Umfang in der Hand aller Botaniker das bequemste Nachschlagewerk zu werden.

F. Tobler, Münster i. W.

**Matenaers, F. F., Das Verpflanzen der Luzerne.** Unter besonderer Berücksichtigung der Einführung neuer, gegen Dürre und Winterkälte widerstandsfähiger sibirischer Luzernearten, nach den in Nordamerika gemachten Erfahrungen und wissenschaftlichen Untersuchungen bearbeitet. Berlin, Paul Parey, 1914. V, 70 S. und 21 Textabbildungen. Preis geh. M. 2,—.

Im Anschluß an sein kurz vorher erschienenenes, sehr beachtenswertes Buch „Der Luzernebau“, das in dieser Zeitschrift schon ausführlich besprochen worden ist (siehe 1. Jahrgang, S. 245), wurde das jetzt vorliegende kleinere Buch herausgegeben. Auch dieses ist, wie alle Schriften und Aufsätze des auch in unseren deutschen

landwirtschaftlichen Kreisen wohlbekannten Schriftstellers, entschieden recht lesenswert. Den Rat, auch bei uns weitgehende Versuche mit dem Verpflanzen der Luzerne zu machen, und damit deren Anbau in ganz neue Bahnen zu lenken, wird man jedoch zunächst kaum befürworten können, wo es sich bei uns in Deutschland um völlig anders geartete Verhältnisse — vielfach andere Bodenverhältnisse und vor allem auch meist um ganz andere betriebswirtschaftliche Verhältnisse — handelt. Der hier vorliegende Ratschlag des Verf. wird nach den bisherigen ähnlichen Ratschlägen, die aus Rußland zu uns kamen — nämlich die Getreideerträge zu erhöhen und zu sichern durch Verpflanzen des Getreides —, und nach den bisher in dieser Beziehung gemachten Erfahrungen, vorläufig wenigstens, keine große Beachtung finden.

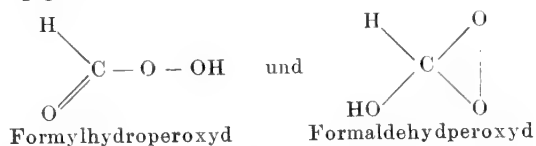
B. Heinze, Halle a. d. S.

## Kleine Mitteilungen.

Über die chemische Einrichtung des Assimilationsapparates haben *Willstätter* und *Stoll* nunmehr systematische Untersuchungen angestellt, nachdem durch Ausarbeitung der Methodik zur Charakterisierung und quantitativen Bestimmung der Chloroplastenpigmente die exakte Grundlage durch *Willstätters* Arbeiten geschaffen worden war. Die Versuche (*Sitzungsber. d. kgl. preuß. Akad. d. Wissensch.* 1915, S. 322) beziehen sich auf das Verhalten des Chlorophylls während des Assimilationsvorganges, auf das Verhältnis zwischen Chlorophyll und assimilierter Kohlensäure, auf das Verhalten des isolierten Chlorophylls und der Blätter bei Lichtabschluß gegenüber zugeführter Kohlensäure. Schließlich wird eine durchsichtige Theorie des Assimilationsvorganges entwickelt, die sich streng an das in exakten Experimenten Ermittelte anschließt. Es ließen sich keine Anhaltspunkte dafür finden, daß das Chlorophyll während der Assimilation verbraucht werde, wie vielfach angenommen wird. Eine Zerstörung des Chlorophylls setzte erst ein, als der Versuch durch 46 Stunden fortgesetzt wurde. Auch das Verhältnis der beiden grünen Komponenten a und b, die bei allen höheren Pflanzen im konstanten Verhältnis von etwa je 3 Molekülen der Verbindung a zu einem Molekül b auftreten, wird nicht geändert oder es sind nur unbedeutende Schwankungen zu konstatieren, wie bei vergilbenden Blättern beobachtet wurde. Aus der Zusammensetzung der beiden Komponenten hatte *Willstätter* früher geschlossen, daß im Assimilationsprozeß a zu b oxydiert werde und das b unter Abgabe von Sauerstoff sich in a zurückverwandle. Auch bei höherer Temperatur (45°), nach langer Versuchsdauer, ferner Einwirkung von Äther (Narkose), blieb das Komponentenverhältnis konstant; bei den gelben Pigmenten vermehrt sich das Xanthophyll auf Kosten des Carotins. In vergilbenden Blättern tritt das Chlorophyll gegenüber den Carotinoiden zurück und auch hier reichert sich das sauerstoffhaltige Xanthophyll gegenüber dem Kohlenwasserstoff Carotin an. Zwischen Chlorophyllmenge und Assimilationsleistung besteht eine Beziehung, die indessen nicht einfacher Art ist. Normale chlorophyllreiche Blätter assimilieren um so stärker, je größer der Chlorophyllgehalt und die Zahl der Chloroplasten ist. Einen Ausdruck für das relative Assimilationsvermögen gibt die *Assimilationszahl*. Sie drückt aus, wieviel Gramm CO<sub>2</sub> pro Stunde von 1 g Chlorophyll verarbeitet werden. Die Versuche wurden unter den günstigsten Bedingungen ausgeführt (5 % CO<sub>2</sub>, 25—30°),

starke Belichtung von 48 000—75 000 Lux); eine Vergrößerung dieser Faktoren ist von geringem Einfluß, es kommen daher unter diesen Bedingungen mehr die inneren Faktoren zur Geltung. Unter diesen Umständen zeigen chlorophyllreiche Blätter Assimilationszahlen von 6—9,5. Mit dem Wachstum nimmt der Chlorophyllgehalt und die gesamte assimilatorische Leistung zu, letztere aber in geringerem Grade, so daß junge Blätter eine höhere Assimilationszahl aufweisen (in den mitgeteilten Beispielen 12—15) als alte (5—7). Gelbblättrige Varietäten können eine 10—20 mal größere Assimilationszahl aufweisen als normale. So wurde z. B. für die Stammform von *Sambucus nigra* 6,4 gefunden, für *S. nigra* var. *aurea* 126 und für die farbstoffärmste Varietät über 140. Die Carotinoide sind an dieser Leistung nicht beteiligt; man erhält die gleichen Zahlen, auch wenn man durch ein Bichromatfilter die Strahlen, die sie zu absorbieren vermögen, fernhält. Bei herbstlich verfärbten Blättern bleibt die Assimilationszahl ziemlich konstant. Die absolute Leistung geht mit abnehmendem Chlorophyllgehalt zurück. Im Frühherbst ist oft kein Parallelismus dieser beiden Größen vorhanden; die Assimilationszahl steigt, die Leistung fällt also langsamer als der Chlorophyllgehalt. Im Spätherbst wird die Assimilationszahl dagegen stets klein. Bei den grün bleibenden und grün abfallenden Blättern treten verschiedene Fälle ein. Selbst abgefallene grüne Blätter können noch hohe Assimilationszahlen trotz hohem Chlorophyllgehalt aufweisen, andererseits ist z. B. bei *Ampelopsis quinquefolia* konstatiert worden, daß noch grüne Blätter im Oktober oder November ganz geringe Assimilationsleistungen aufweisen, allerdings in feuchtwarmen Räumen diese bis zu einem ansehnlichen Grade wiedergewannen. Die grünen Hälte der Früchte geben verschiedene, meist gute Assimilationszahlen, unreife Erbsen z. B. 18,4; reife gelbgrüne Birnen 11,9; halbreife Weintrauben 1,7. Besonders die Feststellungen an extremen Fällen, wie der hohen Assimilationszahlen gelbgrüner Blätter, der niederen Zahlen bei herbstlichen grünen, zeigen deutlich, daß bei der Assimilation noch ein innerer Faktor wirksam ist, von welchem in für später angekündigten Publikationen noch genauer gezeigt werden wird, daß er enzymatischer Art sei. Er dürfte seinen Sitz an der Grenzschicht zwischen Plasma und Chloroplast haben. In den chlorophyllreichen Blättern erscheint der Farbstoff im Überschuß gegenüber dem Enzym, daher wirkt unter den angegebenen Bedingungen eine Vermehrung der Beleuchtung nicht auf die assimilatorische Leistung. Dagegen kann eine Temperaturerhöhung den enzymatischen Prozeß stark beschleunigen und wirkt daher bei normalen Blättern begünstigend. Umgekehrt bei den gelbblättrigen Varietäten. Hier ist das Enzym im Überschuß anzunehmen. Temperatursteigerung ist hier (zwischen 15 bis 30°) von geringem Einfluß. Bei 25° genügt das Enzym der Chlorophylleistung. Steigerung der Lichtintensität ist dagegen von Nutzen; nur bei stärkster Belichtung vermag das Chlorophyll mit der Enzymleistung gleichen Schritt zu halten. Bei den herbstlichen Veränderungen kann das Chlorophyll oder das Enzym geschädigt werden. Im ersteren Falle steigt, im letzteren sinkt die Assimilationszahl. In feuchtwarmen Räumen dürfte das Enzym reaktiviert werden. Das Zusammenwirken von Chlorophyll und Enzym ist unerlässlich, daher die Unmöglichkeit, mit isoliertem Chlorophyll oder Chloroplasten die Assimilation durchzuführen. Schon gelinder und kurze Zeit dauernder Druck auf Blätter, deren Unterseite von der Epidermis

befreit wurden, verunmöglicht die weitere Assimilation. Das Chlorophyll wird in ätherischer oder alkoholischer Lösung von Kohlensäure nicht alteriert, wohl aber in kolloidaler Lösung. Da es sich in den Blättern in kolloidaler Form befinden dürfte, erklärt sich so wohl die schädliche Wirkung zu hoher Kohlensäurekonzentration in Assimilationsversuchen. Verdünnte Kohlensäure wirkt sehr langsam. Die Reaktion besteht in einem Herausnehmen des Magnesiums. Es entsteht Magnesiumbicarbonat und Phäophytin. Durch besondere Versuche konnte festgestellt werden, daß ein Zwischenprodukt entsteht und daß auch unverändertes Chlorophyll in kolloidaler Lösung Kohlensäure in dissoziierbarer Form festhält. Bei Lichtabschluß absorbieren frische oder auch getrocknete Blätter nach dem Anfeuchten Kohlensäure. Das absorbierende Agens sind vielleicht Eiweißstoffe oder Aminosäuren, von denen bekannt ist, daß sie Carbinoverbindungen zu bilden vermögen. Die *neue Assimilationstheorie* besagt: Ein bisher nicht näher charakterisiertes Absorbens vermittelt den Zutritt der Kohlensäure zu den Chloroplasten. Dadurch wird die Kohlensäure auf eine größte Konzentration gebracht, als sie in der Luft vorhanden ist. Sodann addiert das Chlorophyll die Kohlensäure unter Bildung einer dissoziablen Verbindung. Es ist anzunehmen, daß diese Verbindung die Lichtenergie aufnimmt und dadurch in ein Isomeres von größerem Energieinhalt umgelagert wird, welches sich zum freiwilligen Zerfall eignet. Als Zwischenglied ist ein solches Umwandlungsprodukt der Kohlensäure in Betracht zu ziehen, das unter Energieverlust enzymatisch gespalten werden kann. Nach *J. d'Ans* und *W. Frey* (*Berichte d. d. chem. Ges.* 45, 1845, 1912) ist die von ihnen in Lösung gewonnene Perameisensäure ein Isomeres der Kohlensäure und diesem Peroxyd könnte nun die Rolle jenes Zwischenproduktes zufallen, das unter Sauerstoffabgabe zerfallen müßte. Der Perameisensäure können verschiedene Strukturformeln gegeben werden:



Es ist nun wohl möglich, daß dem angenommenen Zwischenprodukt, das an das Chlorophyll gebunden ist, eine andere Form des Peroxyds entspricht als der in Substanz bekannten Perameisensäure. G. T.

Die Frage, warum Magen und Darm von den eigenen Verdauungssäften unter normalen Verhältnissen nicht angegriffen werden, hat zu vielen Untersuchungen Anlaß gegeben. Trotz mannigfacher Erklärungsversuche ist das **Problem vom Schutze gegen die Selbstverdauung** noch immer nicht klargelegt und auch die von *Weinland* u. a. entwickelte Theorie der Antifermente ist trotz ihrer guten experimentellen Fundierung nicht unwidersprochen geblieben. Eine interessante Erklärung haben, in Anschluß an eigene Versuche, zwei amerikanische Forscher, *W. E.* und *E. L. Burge* gegeben. Sie konnten nämlich nachweisen, daß die beiden Verdauungsenzyme Trypsin und Pepsin viel leichter oxydiert und damit zerstört werden als ihre Vorstufen oder Proenzyme (Trypsinogen und Pepsinogen). Diese leichte Oxydierbarkeit macht es aber möglich, daß sich die Zellen der Magen- und Darmschleimhaut vor der Verdauung durch ihre eigenen Sekrete schützen können. Die lebenden Zellen sind ja Sitz zahl-



reicher Oxydationsvorgänge und enthalten ja selbst oxydative Fermente (Oxydasen). Dringen nun Trypsin und Pepsin in solche Zellen ein, so werden sie oxydiert und unwirksam gemacht. Andererseits verhindert die relativ schwere Oxydierbarkeit der Proenzyme dieselben vor Zerstörung in den Magen- und Darmzellen während des Sekretionsvorganges. (*Amer. Journ. of Physiol.* 37, 470, June 1915.) J. M.

Nach den Arbeiten von Czappek, Werner Magnus Friedenthal, Carl Metz und Kurt Gohlke kann schon die Präzipitinreaktion und die Konglutination zur **Aufdeckung verwandtschaftlicher Beziehungen bei den Pflanzen** verwertbar gemacht werden. Wie nun neuerdings Prof. Dr. H. Thoms (Berlin) in einer wichtigen Arbeit des letzten *Jahresberichtes der Vereinigung für angewandte Botanik* (Bd. XI, 1913/14, S. 19—29) besonders betont, kann man mit Hilfe dieser phyto-serologischen Arbeiten jedenfalls feststellen, daß die frühere Annahme von der völligen Gleichheit alles Pflanzeneiweißes nicht aufrechterhalten werden kann, sondern, daß das pflanzliche Eiweiß ebenso feine Abstufungen zuläßt, wie das der tierischen Lebewesen, und daß endlich auf Grund solcher Unterschiede der Familien-Zusammenhang von Pflanzen erwiesen werden kann. Ob freilich diese pflanzensaftekundlichen Untersuchungen auch Beiträge zur Aufstellung und Sicherstellung einer wirklich natürlichen Einteilung der Pflanzen wird liefern können, das muß nach Thoms erst noch abgewartet werden. Die Erforschung der gut ausgeprägten chemischen Inhaltsstoffe der Pflanzen wird hier vielleicht ebensoviel, wenn nicht mehr, zu leisten berufen sein. Man sollte sich aber in seinen Hoffnungen und Wünschen beschränken und nicht zuviel von ihr verlangen, das wird schon von Thoms hervorgehoben. Viele chemischen Inhaltsstoffe der Pflanzen von gleicher oder ähnlicher Beschaffenheit findet man durch das ganze Pflanzenreich hindurch verbreitet, mag es sich nun bei diesen um höhere oder niedere Vertreter aus dem großen Pflanzenreiche handeln. Pflanzensäuren, Gerbstoffe, das Pflanzengrün, Kohlehydrate, Fette, Lecithin und mancherlei andere chemische Stoffe finden sich überall im Pflanzenreiche in gleicher oder ähnlicher Zusammensetzung.

Neben diesen finden sich aber auch besondere Bestandteile: wie z. B. Glykoside, Alkaloide, Alkohole, Kohlenwasserstoffe, Aldehyde, Ketone, Phenole und Phenoläther, die nur auf gewisse Pflanzengruppen, ja vielfach nur auf bestimmte Pflanzenfamilien beschränkt sind. Thoms vermutet hier Zusammenhänge zwischen der Art und der Form der Gewächse und ihren Inhaltsstoffen. Bei dem Bemühen, solche Zusammenhänge aufzufinden, begegnet man manchen Widersprüchen: Vor allem enthalten nach Thoms sehr nahe verwandte Pflanzen bisweilen keineswegs die gleichen Inhaltsstoffe. Erklärungen für solche Abweichungen sind von verschiedenen Forschern versucht worden, denen jedoch Verf. nicht beitreten kann. Eine Entscheidung solcher Fragen kann jedenfalls nur auf Grund der Versuchsergebnisse zahlreicher Einzeluntersuchungen getroffen werden. Nach Thoms werden Änderungen der Lebensbedingungen, wie sie durch Bodenbeschaffenheit und Witterungsverhältnisse natürlich oder künstlich geschaffen werden können, nicht nur Formänderungen der Gewächse im Gefolge haben, sondern auch deren chemische Bestandteile beeinflussen und ändern.

B. H.

In übersichtlicher Zusammenstellung zählt Dubreuil-Chambardel (*Les trouvailles de l'âge du bronze en Touraine. Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris* 1914, VI. Ser., T. 5, Fasc. 1, S. 71—90) alle **Funde der Bronzezeit in der Touraine** auf. Dieses ganze Gebiet war in jener Epoche bewohnt.

Im Jahre 1862 fand man im Loiretal bei Les Châtelliers in der Nähe von Amboise auf dem linken Ufer des Flusses über 400 Bronzegegenstände, darunter viele Beile, Dolche, Messer, Schilde, Scheiben, Schnallen, Ringe und Knöpfe. Diese Funde wurden im Jahre 1895 durch die Entdeckung einer Gießwerkstatt vervollständigt. In einer Tiefe von 50 m fanden sich in einem ausgehöhlten Felsen Bronzeblöcke, deren Analyse folgende Zusammensetzung ergab:

Kupfer . . . . .	83,5 %
Zinn . . . . .	10,0 %
Antimon . . . . .	5,0 %
Blei . . . . .	1,5 %

Im Tale des Cher hob man Bronzegegenstände nahe bei Saint-Martin-le-Beau und in der Varenne, zwischen Loire und Cher, den reichen Schatz von Saint-Genouph. Dort entdeckte man 1846 in einer Terracotta-Vase 26 verschiedene Bronzegegenstände, die außerordentlich schön verziert sind.

Durch das Indretal zieht sich eine ganze Reihe von Fundorten: in Chedigny fand man unter anderem eine verzierte Axt mit Seitenringen, in Esvres im Jahre 1864 eine bronzene Lanzen spitze, später Ringe; in Artannes schon im Jahre 1840 kleinere Gegenstände, während man in Azay-le-Rideau 600—700 Bruchstücke der verschiedensten Bronzeobjekte ausgrub, unter denen als das wichtigste die bronzene Ausgußform eines Beiles gilt. Dieser Fund sowie einige Gußzapfen beweisen, daß man es auch hier mit einer Gießwerkstatt zu tun hat. Die Analyse der Bronze dieser Fundstätte ergab:

Kupfer . . . . .	85,2 %
Zinn . . . . .	10,2 %
Antimon . . . . .	2,8 %
Blei . . . . .	1,8 %

Nach Dechelette sollen diese beiden genannten Werkstätten in die Zeit zwischen 1300—900 v. Chr. fallen.

Auch in Lignières an dem Indre grub man zwei prächtige Äxte aus, die eine von außergewöhnlicher Form und 251 mm hoch, beide mit schönen geometrischen Ornamenten verziert.

Im Tale der Vienne sind die Funde an Zahl kleiner, wenn auch in Saint Flovier, Pouzay-sur-Vienne, Marigny-Marmande und Marçay etliche schöne Gegenstände in Kupfer und Zinn zutage gefördert wurden, die vermutlich der ältesten Bronzezeitperiode angehören. Im Norden der Loire sind die Funde selten.

Verf. gibt zwei Klassifikationen der Bronzefunde in der Touraine wieder. Nach G. und A. de Mortillet gehören die kostbaren Funde von St. Genouph der Zeit an, die diese Autoren die Epoche von Morges genannt haben, ebenso die schöne Streitaxt von Lignières, die meisten übrigen Funde der Epoche von Larnaud. Dechelette nimmt eine Einteilung in 4 Perioden an, wonach in die erste Periode von 2500—1900 v. Chr. Funde von St. Flovier, Marçay, Esvres usw. entfallen. Nach Verfasser gehört die Axt von Lignières in die zweite Periode von 1900—1600 v. Chr. In die dritte Periode von 1600—1300 v. Chr. reiht er die Funde von Saint-Genouph ein und in die letzte von 1300—900 v. Chr. diejenigen von Les Châtelliers, Azay, Artannes usw.

Die Touraine hat also ebenso viele Bronzefunde geliefert wie viele andere Regionen Frankreichs, die durch den Reichtum ihrer Werkstätten berühmt sind.  
St. O.

## Zeitschriftenschau.

(Selbstanzeigen.)

### Annalen der Physik, Heft 16, 1915.

*Thermische und elektrische Leitfähigkeit einiger Metalle zwischen 20 und 373° abs.; von W. Meißner.* Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  und die elektrische Leitfähigkeit  $\kappa$  wurden zwischen 20 und 373° abs. für sehr reines Kupfer, Gold, Platin und Blei sowie zum Vergleich für weniger reines Kupfer bestimmt. Bei Erniedrigung der Temperatur  $T$  von 373° auf 20° abs.

sinken  $\frac{\lambda}{T}$  und  $\frac{1}{\lambda}$  in ähnlicher Weise wie die Atomwärme und zwar um Beträge bis zu 85 %. Die Abnahme von  $\frac{1}{\lambda}$  kann nicht allein durch den Einfluß der von Encken untersuchten Kristalleitung erklärt werden.

*Über das Reflexionsvermögen einiger Lösungen im ultraroten Spektrum; von F. Gehrts.* Der Verf. untersucht zunächst das Reflexionsvermögen von Wasser nochmals näher und findet gute Übereinstimmung mit den Angaben von Rubens und Ladenburg sowie von Angström. Ferner wird das Reflexvermögen der wässrigen Lösungen einiger anorganischer Salze (Nitrate, Sulfate, Carbonate, Chromate) bestimmt, und mit dem der festen Substanzen verglichen. Desgleichen zeigen sich auch bei wässrigen Lösungen organischer Salze (Formiate, Acetate, Rhodanide) analog den anorganischen Salzen intensive Banden.

*Über die Druckwage und die Isothermen von Luft, Argon und Helium zwischen 0 und 200°; von L. Holborn und H. Schultze.* Im Anschluß an eine Untersuchung über die Leistungsfähigkeit der Druckwage mit frei beweglichem Stempel wurden die Isothermen von Luft, Argon und Helium bis zu Drucken von 100 Atm. bei 0, 50, 100, 150 und 200° gemessen.

*Über den Spannungsverlauf an Röntgenröhren; von A. Wehnelt.* Es wurden die Kurven des Spannungsverlaufes an Röntgenröhren, die mit Wechselstrom betrieben wurden, von dem durch einen Hochspannungsumschalter nur jede zweite gleichsinnige Phase benutzt wurde, mit Hilfe des Braunschen Rohres photographiert. Dabei ergab sich, daß die Entladung bei härteren Röhren aus kurz abgerissenen Partialentladungen, bei weichen Röhren teils und aus solchen, untermischt mit weniger kurz abgerissenen, besteht.

*Über die thermodynamischen Gesetze periodischer Bewegungen, welche dem Prinzip der kleinsten Wirkung folgen; von H. Försterling.* Für derartige Bewegungen folgt ohne weiteres das Wiensche Verschiebungsgesetz und das Rayleigh-Jeanssche Gesetz in dem „richtigen“ Intervall (nicht allgemein). Die Gesamtenergie läßt sich nach zwei Methoden berechnen; aus der Kombination folgt das Maximum der Energiekurve im Spektrum. Die hierbei nötige Berechnung des Druckes von Wellen auf eine reflektierende Wand ergibt nebenher die Zustandsgleichung eines festen elastischen Continums. Bei tiefsten Temperaturen lassen sich die gewonnenen Resultate auf wirkliche feste Körper übertragen.

### Annalen der Physik, Heft 17, 1915.

*Über die Wechselwirkung zwischen zwei elektrischen Dipolen und über die Drehung der Polarisationssebene in Kristallen und Flüssigkeiten; von C. W. Oseen.* Der Verfasser stellt sich die Frage, ob man die natürliche Drehung der Polarisationssebene erklären kann, ohne den Rahmen der Maxwell-Lorentz'schen Elektrodyna-

mik zu überschreiten. Indem er als das optische Bild eines asymmetrischen Kolatoms ein Tetraëder annimmt, das in jeder Ecke einen Resonator trägt, findet er, daß dies tatsächlich der Fall ist.

*Über das Elementarquantum der Elektrizität und den photoelektrischen Effekt.* (Bemerkungen zu den Abhandlungen der Herren E. Meyer und W. Gerlach); von D. Konstantinowsky. An Arbeiten E. Meyers und W. Gerlachs<sup>1)</sup> wird die Übereinstimmung der Experimente mit jenen F. Ehrenharts und D. Konstantinowskys insofern nachgewiesen, als Unterschreitungen des „Elektrons“ bei 4.8.10<sup>-10</sup> e. st. E. bis auf ein Drittel dieser Größe und darunter sich aus den Messungen vorerwähnter Autoren ergeben. Die verwendete Apparatur (Dunkelfeldbeleuchtung und Fernrohranordnung) ist für die Durchführung von Messungen ultramikroskopischer Erscheinungen nicht geeignet.

*Die Beziehungen zwischen den adiabatischen und isothermen Koeffizienten der galvanischen und thermomagnetischen Effekte; von T. Heurlinger.* Je nachdem die transversale galvanische bzw. thermomagnetische Temperaturdifferenz zur Ausbildung gelangt oder unterdrückt wird, sollen nach der Theorie von R. Gans die übrigen Effekte verschieden ausfallen. Diese Frage wird von einem allgemeineren Standpunkte aus als der Gansschen Theorie theoretisch untersucht, und es werden diesbezügliche Versuche von H. Zahn diskutiert.

*Über eine neue Linienserie im Spektrum des einwertigen Heliums; von John Koch.* Der Verfasser hat, bei der Anwesenheit eines sehr starken elektrischen Feldes, in dem Spektrum des Helium-Kanalstrahlenbündels drei neue Linien gefunden. Sie bilden die drei ersten Glieder einer Ritzschen Kombinationsserie; die Wellenzahlen sind aus denjenigen der Grundschwingungen und der höheren Gliednummer der Prinzipalserie entstanden. Die Linien werden ein wenig vom Felde nach Rot hin verschoben. Die Intensität der Linien hängt wahrscheinlich von der Feldstärke ab; ohne Feld sind die Linien nicht wahrzunehmen. Die Linien sind teilweise polarisiert.

*Über eine einfache Methode zur Erzeugung akustisch empfindlicher Leuchtgasflammen; von Karl L. Schaefer.* Zwecks Erzeugung akustisch empfindlicher Leuchtgasflammen benutzt Schaefer an Stelle des früheren umständlichen Verfahrens, einen Gassack mit Leuchtgas zu füllen und mit Gewichten zu komprimieren, ein einfaches Wasserstrahlgebläse, welches das Gas unmittelbar aus der Hausleitung ansaugt und unter genügenden Druck bringt. Die Flamme brennt beliebig lange und durchaus konstant. Die Methode ist besonders für die Herstellung der N. Schmidtschen Flamme sehr empfehlenswert.

*Durchbohrung von Glas durch elektrische Funken und Strahlen; von G. Quincke.* Elektrische Emanationen bilden in Glas, ähnlich wie bei elektrischen Staubfiguren auf Pechkuchen, Schäumwärme und luftgefüllte Spalten, in Form von Zylinder-, Kegel-, Kugel- und Schraubenflächen, Spiralen, Spiralbändern, Röhren und Sphärokristallen.

### Meteorologische Zeitschrift; Heft 8, August 1915.

*Über die nächtliche Abkühlung; von Joh. Schubert.* Nach Registrierungen und Beobachtungen mit dem Aspirations-Psychrometer zu Eberswalde und Potsdam wird der nächtliche Gang der Temperatur und Feuchtigkeit im Zusammenhange untersucht. Beobachtungen im Sommer bei Sonnenaufgang ergaben bei einer relativen Feuchtigkeit von 90 % schon schwache Taubildung, stärkere bei 95, Nebel erst bei 99 %. Die Lufttemperatur bildet die obere Grenze für den Taupunkt, und die Abnahme des Dampfdruckes in Taunächten

<sup>1)</sup> Ann. d. Phys. 45, 1914, 177 und 47, 1915, 227.

wird durch den Gang der Temperatur bestimmt. Bei Tau- oder Reifbildung war in der zweiten Hälfte der untersuchten kalten Mainächte die Temperaturabnahme verhältnismäßig geringer als in trockenen Nächten. Die Berücksichtigung der Dampfwärme reichte hin, um diesen Unterschied zu erklären. Unter Null Grad liegt für einen gegebenen Dampfdruck die Sättigungstemperatur über Eis (der Reifpunkt) höher als die Sättigungstemperatur über Wasser (der Taupunkt). Die Gradzahlen verhalten sich wie 9 : 10. Dies dient zur Erklärung des von *Leyst* in Pawlowsk bemerkten Umstandes, daß in sehr kalten, klaren Winternächten die Reifoberfläche wärmer ist als die Luft. Eine Betrachtung der Psychrometerformel lehrt, daß das feuchte Thermometer ein Maß für die Gesamtwärme der Luft einschließlich der Dampfwärme gibt.

**Zur Erklärung abnormer Hörbarkeit;** von *Wilhelm Schmidt*. Zur Erklärung abnormer Hörbarkeit bei starken Schallerscheinungen, Explosionen, wurde oft Reflexion der Schallstrahlen an der Wasserstoffosphäre in etwa 70 km Höhe angenommen (vgl. *Die Naturwissenschaften* 2, 925, 1914). Diese Ansicht ist unhaltbar wegen der außerordentlichen Schwächung, welche die Schallintensität bei der in jener Höhe sehr geringen Luftdichte erfährt. So könnte ein Echo von der Wasserstoffosphäre her im allergünstigsten Fall (Innenrand oder Außenzone der Hörbarkeit, etwa 150 km Abstand von der Schallquelle) nur jene Intensität besitzen, welche bei direkter allseitiger Schallausbreitung erst von Entfernungen von weit über 6000 km an eintritt. — Die abnorme Hörbarkeit wird also im wesentlichen aus Windwirkung abzuleiten sein.

**Mittägliches Geschwindigkeitsminimum bei schwachen Winden?** von *W. Köppen*. Bei einem Element, das sowohl einer täglichen als unperiodischen längeren Schwankung unterliegt, zeigen diejenigen Tage ein niedriges Tagesmittel, bei denen das Tal einer längeren Welle in die Nähe der Tagesmitte fällt, und diejenigen ein hohes, bei denen dasselbe für den Berg einer solchen Welle zutrifft. Daher, und nicht aus physikalischen Gründen, ist die tägliche Periode der Windstärke an Tagen mit niedrigem Tagesmittel derselben anders, als an solchen mit hohem.

#### Biochemische Zeitschrift; Band 70, Heft 5/6, 1915.

**Zur Kenntnis der Eiweißkörper;** von *A. C. Andersen*. Durch ein kritisches Besprechen der vorliegenden Literatur über den Abbau der Eiweißkörper mittelst Pepsin, Trypsin und Erepsin wird gezeigt, daß trotzdem ein vollständiger Abbau in vitro fast immer als erreichbar angegeben wird, dies jedoch durch keine der vorliegenden Untersuchungen bewiesen ist; alle Versuche weisen darauf hin, daß der Abbau, wenn die Wirkung der Bakterien ausgeschlossen wird, unvollständig bleibt. In zahlreichen, unter verschiedenen Bedingungen und mit verschiedenen Eiweißkörpern angestellten Versuchen ist es dem Verfasser nie gelungen, vollständig abgebaute Körper zu erhalten. Es resultierten immer Präparate, die mittelst Säure weiter hydrolysiert werden konnten; neben der Vermehrung des Aminostickstoffs war diese Hydrolyse immer mit einer erheblichen Vermehrung des Ammoniaks verbunden. Versuche über den Ammoniakgehalt des Kaseins führten zu einem höheren Werte, als gewöhnlich angegeben wird. Was die Bindung des Ammoniaks betrifft, werden mehrere Verhältnisse hervorgehoben, die für die Annahme des Vorhandenseins von Uraminsäuren im Eiweißmolekül sprechen, ohne daß jedoch ein endgültiger Beweis erbracht werden konnte. Die Uraminsäuren werden durch die Verdauungsenzyme nicht gespalten.

**Zur Frage der Cobragiftinaktivierung des Serums;** von *L. Hirschfeld* und *R. Klinger*. Die Veränderung, welche Cobragift im Serum hervorruft, ist nicht durch die in diesem Gift enthaltene Lipase bedingt. Sie

wird vielmehr auf Grund zahlreicher Analogien in den sie beherrschenden Gesetzmäßigkeiten (Verhalten gegen Hypertonie, Notwendigkeit ionisierter Salze, Restituierbarkeit durch inaktives Schweineserum) mit den anderen, zum Schwund des Komplementes führenden Eingriffen (Zusatz von Bakterien, Agar, Verdünnung mit Wasser) in Beziehung gesetzt und gleich diesen auf Globulinfällungen zurückgeführt.

**Zur Kenntnis der Kohlenhydrate des Fichtenholzes;** von *E. Hägglund*. Um die Kohlenhydrate des Fichtenholzes qualitativ und quantitativ zu ermitteln, wurden die Zuckerarten der Sulfitauble, welche im allgemeinen nur aus dem Kohlenhydratenanteil, nicht aber aus der Cellulose herrühren, bestimmt. Auf das Holzgewicht bezogen wurden folgende Gehalte erhalten: Xylose 3,1 bis 3,2 %, Manuose 4,3–4,6 %, Galactose 0,27 %, Fruktose 0,27–0,31 %, keine Glukose und 2,0–2,4 % unbestimmt. Durch Hydrolyse mit Säuren bei höherer Temperatur — etwa 150–175° C — wird auch die Cellulose unter Bildung von Glukose hydrolytisch gespalten.

**Über den Kieselsäuregehalt der menschlichen Bauchspeicheldrüse mit Bemerkungen über die Gewichtsverhältnisse der Drüse in den verschiedenen Lebensaltern;** von *H. Schulz*. Das mittlere Gewicht des frischen menschlichen Pankreas beträgt im Durchschnitt: 56,82 Gramm, Trockensubstanz 18,75 %, Aschengehalt 6,31 %, SiO<sub>2</sub>-Gehalt der Asche 0,21 %, SiO<sub>2</sub>-Gehalt der Trockensubstanz 0,12 %/o. — Die höchsten Mittelwerte nach dem Lebensalter sind für das Gesamtgewicht der Drüse 67,31 gr zwischen 40 und 50 Jahren, für die Trockensubstanz 19,11 % zwischen 50 und 60 Jahren, für den SiO<sub>2</sub>-Gehalt der Asche 0,46 % zwischen 60 und 70 Jahren, für den SiO<sub>2</sub>-Gehalt der Trockensubstanz 0,25 %/o ebenfalls zwischen 60 und 70 Jahren. Die von anderer Seite geäußerte Ansicht, daß bei Tuberkulose der SiO<sub>2</sub>-Gehalt der Trockensubstanz gegen die Norm herabgesetzt, bei Carcinom erhöht sei, konnte nicht bestätigt werden. Für die ebenfalls aufgestellte Behauptung, daß das Pankreas gewissermaßen ein Kieselsäurereservoir für den Organismus bildet, hat sich eine zahlenmäßige Bestätigung, wie zu erwarten, nicht ergeben. Die Analysen wurden an 73 Drüsen ausgeführt.

#### Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie; Band 32, Heft 1, 1915.

**Über das Auflösungsvermögen der Mikroskope bei Hellfeld- und Dunkelfeldbeleuchtung;** von *H. Siedentopf*. Die Grenze des Auflösungsvermögens des Mikroskops wird durch die Abbesche Gleichung allgemein bestimmt. Sie gilt für äußerst schiefe Hellfeldbeleuchtung ohne Einschränkung. Bei Dunkelfeldbeleuchtung und beim Zusammenwirken von Hellfeld- und Dunkelfeldbeleuchtung treten gewisse Änderungen ein, die in der Arbeit sehr eingehend besprochen werden. Im Anschluß hieran beschreibt Verfasser zwei neue von ihm konstruierte Apparate, den Helldunkelfeldkondensor und das Fadenapertometer.

**Über Stäbchendoppelbrechung im Zelloidin und in der Gelatine;** von *H. Ambrohn*. In bleibend deformierten Streifen aus Zelloidin, Zellulose (durch Denitrierung des Zelloidins gewonnen) und Gelatine hängt die Stärke der Doppelbrechung von der Differenz der Brechungsexponenten der Grundsubstanz und der Imbibierungsflüssigkeit ab. Die Doppelbrechung wird zwar erheblich schwächer, verschwindet aber nicht, wenn beide Exponenten gleich sind. Daraus wird geschlossen, daß sich der Eigendoppelbrechung der Grundsubstanz eine mehr oder minder starke Stäbchendoppelbrechung im Sinne *O. Wieners* überlagert, wenn jene Differenz von Null verschieden ist.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

RECEIVED

FEB 19 1916

U. S. Department of Agriculture

Heft 44.

29. Oktober 1915.

Dritter Jahrgang.

## Adolf von Baeyer

zur Feier seines 80. Geburtstages

### Inhalt:

	Seite
Adolf von Baeyer: Von <i>Geheimrat Prof. Dr. R. Willstätter, Berlin-Dahlem</i> . . . . .	559
Über die Rolle der organischen Arsenverbindungen in der modernen Medizin. Von <i>Dr. P. Karrer, Frankfurt a. M.</i> . . . .	563
Adolf von Baeyers Arbeiten über die Harnsäuregruppe. Von <i>Prof. Dr. W. Dieckmann, München</i> . . . . .	569
Die Bedeutung der Baeyerschen Indigoarbeiten. Von <i>Prof. Dr. P. Friedländer, Darmstadt</i> . . . . .	573
Die Phthaleine. Von <i>Geheimrat Prof. Dr. Richard Meyer, Braunschweig</i> . . . . .	576
Adolf von Baeyers Arbeiten über die Konstitution des Benzols. Von <i>Prof. Dr. O. Dimroth, Greifswald</i> . . . . .	582
Adolf von Baeyer und sein Einfluß auf die Entwicklung der Chemie der hydroaromatischen Verbindungen und Terpenkörper. Von <i>Geheimrat Prof. Dr. C. Harries, Kiel</i> . . . . .	587
Adolf von Baeyers Untersuchungen über Peroxyde und Oxonium-Verbindungen. Von <i>Prof. Dr. H. Wieland, München</i> . . . . .	594
Adolf von Baeyers Stellung zum Problem der basischen Natur des Kohlenstoffs. Von <i>Prof. Dr. W. Schlenk, Jena</i> . . . . .	596

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

**Redaktion der „Naturwissenschaften“**

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuscripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

**Verlagsbuchhandlung von Julius Springer**  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

## **Untersuchungen über Aminosäuren, Polypeptide und Proteine**

1899—1906

Von

**Emil Fischer**

Preis M. 16.—; in Leinwand gebunden M. 17.50

## **Untersuchungen in der Puringruppe**

1882—1906

Von

**Emil Fischer**

Preis M. 15.—; in Leinwand gebunden M. 16.50

## **Untersuchungen über Kohlenhydrate und Fermente**

1884—1908

Von

**Emil Fischer**

Preis M. 22.—; in Leinwand gebunden M. 24.—

## **Neuere Erfolge und Probleme der Chemie**

Von

**Emil Fischer**

Preis 80 Pfennig

## **Organische Synthese und Biologie**

Von

**Emil Fischer**

Zweite, unveränderte Auflage — Preis M. 1.—

## **Untersuchungen über Chlorophyll**

Methoden und Ergebnisse

Von

**Professor Dr. Rich. Willstätter**

Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie  
und

**Dr. Arthur Stoll**

Assistent des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie

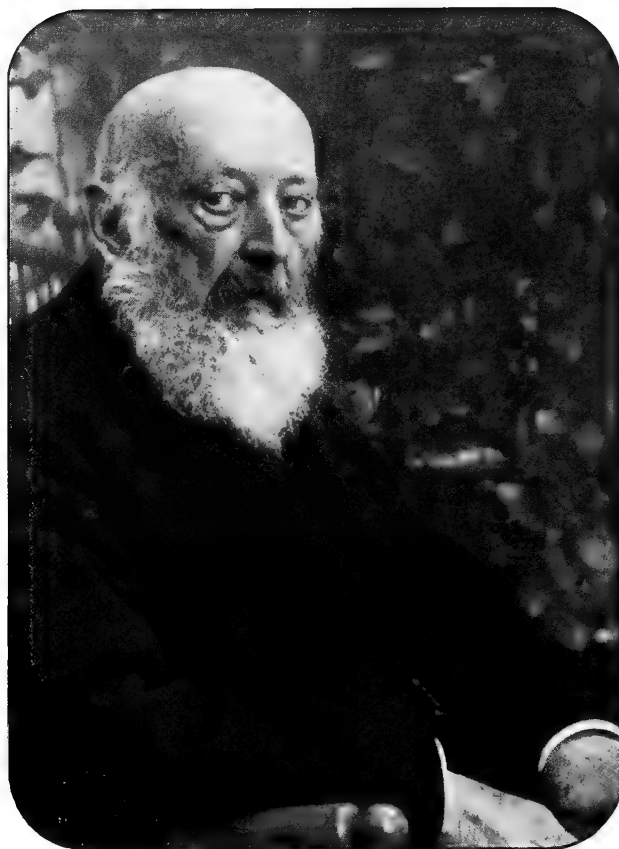
(Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie)

Mit 16 Textfiguren und 11 Tafeln — Preis M. 18.—; in Halbleder gebunden M. 20.50

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**







*Adolf Baeyer.  
1915.*

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von  
Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

---

Dritter Jahrgang.

29. Oktober 1915.

Heft 44.

---

ADOLF VON BAEYER

ZUR FEIER

SEINES 80. GEBURTSTAGES.

## Inhalt:

	Seite
Adolf von Baeyer. Von <i>Geheimrat Prof. Dr. R. Willstätter, Berlin-Dahlem</i> . . . . .	559
Über die Rolle der organischen Arsenverbindungen in der modernen Medizin. Von <i>Dr. P. Karrer, Frankfurt a. M.</i> . . . . .	563
Adolf von Baeyers Arbeiten über die Harnsäuregruppe. Von <i>Prof. Dr. W. Dieckmann, München</i> . . . . .	569
Die Bedeutung der Baeyerschen Indigoarbeiten. Von <i>Prof. Dr. P. Friedlaender, Darmstadt</i> . . . . .	573
Die Phthaleine. Von <i>Geheimrat Prof. Dr. Richard Meyer, Braunschweig</i> . . . . .	576
Adolf von Baeyers Arbeiten über die Konstitution des Benzols. Von <i>Prof. Dr. O. Dimroth, Greifswald</i> . . . . .	582
Adolf von Baeyer und sein Einfluß auf die Entwicklung der Chemie der hydroaromatischen Verbindungen und Terpenkörper. Von <i>Geheimrat Prof. Dr. C. Harries, Kiel</i> . . . . .	587
Adolf von Baeyers Untersuchungen über Peroxyde und Oxonium-Verbindungen. Von <i>Prof. Dr. H. Wieland, München</i> . . . . .	594
Adolf von Baeyers Stellung zum Problem der basischen Natur des Kohlenstoffs. Von <i>Prof. Dr. W. Schlenk, Jena</i> . . . . .	596

---

## Adolf von Baeyer.

Von Geheimrat Prof. Dr. R. Willstätter, Berlin-Dahlem.

Am 31. Oktober vollendet der Altmeister der Chemie, Exzellenz *Adolf Ritter von Baeyer*, sein 80. Lebensjahr. Dieser Gedenktag wird trotz des Krieges von den Naturforschern Deutschlands und anderer Staaten dankbar gefeiert werden, und er wird in den Herzen zahlreicher Freunde und Schüler eine Fülle bedeutsamer Erinnerungen und herzlicher Wünsche wecken. Der Meister, der als Nachfolger *Justus von Liebig*s seit vierzig Jahren auf dem Lehrstuhl an der Universität München wirkt, schickt sich zum letzten Male im beginnenden Wintersemester an, die Leitung seines Laboratoriums auszuüben. Nach den Jahrzehnten, die mit Arbeit und Erfolg so reich gesegnet waren, möge der Jubilar, dem Gesundheit und Frische treu geblieben, an einem heiteren Lebensabend die Wiederkehr des Völkerfriedens begrüßen, sich an den Fortschritten der Wissenschaft erfreuen und den erworbenen Reichtum köstlicher Erinnerungen genießen.

*Adolf von Baeyer* ist der Sohn des preußischen Generalleutnants *Johann Jakob Baeyer*, des Schöpfers der europäischen Gradmessung. Vor 80 Jahren arbeitete der Vater, damals Hauptmann im Generalstab, mit dem Astronomen *Bessel* an der Triangulation in Ostpreußen. Das Haus in Berlin, in dem *Adolf Baeyer* geboren wurde und heranwuchs, war ein Mittelpunkt literarischen Lebens; der Großvater *J. E. Hitzig*, berühmt als Kriminalist und als Literarhistoriker, war mit *Zach. Werner*, *E. T. A. Hoffmann* und *Chamisso* befreundet; mit dem Oheim, dem Kunsthistoriker *Kugler*, standen *Geibel*, *Heyse* und *Fontane* in freundschaftlichem Verkehr. Aber mehr wie die literarische Richtung der Umgebung mag der naturwissenschaftliche Sinn des Vaters auf die Geistesentwicklung *Adolf Baeyers* von Einfluß gewesen sein. Seine tiefe Neigung zur Chemie trat frühzeitig an den Tag. In den „Erinnerungen aus meinem Leben“, mit denen *Baeyer* seine von Freunden und Schülern zur Feier des 70. Geburtstages herausgegebenen Werke eingeleitet hat, wird davon Denkwürdiges erzählt. Schon mit 12 Jahren ist ihm eine chemische Entdeckung geglückt. Er fand ein kristallisiertes Doppelsalz von Kupfer- und Natriumkarbonat. Der Dreizehnjährige hat sich für ein Zweitalerstück, das er zum Geburtstag geschenkt bekommen, ein Stück Indigo gekauft und damit Experimente gemacht.

Zur Zeit von *Baeyers* Geburt stand die Chemie unter dem Zeichen der Radikaltheorie. Es war wenige Jahre, seitdem *Liebig* und *Wöhler* ihre „Untersuchungen über das Radikal der Benzoesäure“ veröffentlicht und *Berzelius* sie als eine Morgenröte der organischen Chemie begrüßt und

seitdem *Mitscherlich* in Berlin aus der Benzoesäure ihre einfachere Stammsubstanz, das Benzol, gewonnen hatte. Während der Knabenzeit *Baeyers* hat die chemische Theorie große Wandlungen durchgemacht; aus den Untersuchungen der französischen Chemiker über die Substitutionsercheinungen hat sich die Typenlehre entwickelt, in der, noch etwas verschleiert, die Anschauung von der Valenz enthalten war. In den Arbeiten von *Dumas*, *Laurent* und *Gerhardt*, von *Frankland* und von *Williamson* war ein großes Material von Tatsachen gesammelt und neue Ideen waren gekeimt, so daß der Gedanke von der Vierwertigkeit des Kohlenstoffs in der Luft lag und zwischen den Zeilen mancher Abhandlung schwebte. Mit diesem in seiner Tragweite klar erfaßten Gedanken hat *Kekulé* die Strukturchemie begründet und ein einheitliches System der organischen Chemie geschaffen. Das ereignete sich während der Lehrjahre *Baeyers* in Heidelberg. Nach einigen Semestern Studium der Mathematik und Physik in Berlin kam *Adolf Baeyer*, weil es an der Berliner Universität kein Unterrichtslaboratorium für Chemie gab, in die Schule *Bunsens* nach Heidelberg, wo er u. a. mit *Roscoe*, *Lothar Meyer*, *Lieben* und *Beilstein* zusammentraf und an *Kekulé* Anschluß fand, der sich eben als Privatdozent habilitiert hatte. Da *Bunsen* für organische Chemie kein Interesse besaß, trat *Baeyer* bald in *Kekulé*s Privatlaboratorium ein. Und als *Bunsen* andert-halb Jahre später *Kekulé* nach Gent ziehen ließ, folgte *Baeyer* dem nur um 6 Jahre älteren Lehrer für einige Semester an die belgische Universität, nachdem er in Berlin am 4. Mai 1858 den Doktorgrad erlangt hatte mit der Dissertation: „De arsenici cum methylo conjunctionibus“.

*Kekulé* war eine glänzende Persönlichkeit, und er war von hinreißender Wirkung auf seine Schüler. Er hat seine Jünger auf eine hohe Warte geführt, die eine weite, nur wenig verschleierte Aussicht über die Gefilde der Kohlenstoffverbindungen bot. Durch den sich lösenden Nebel traten in dem Bilde die großen Straßen hervor, von denen man zahlreiche Seitenpfade sich abzweigen sah. Dem aussichtsreichen Standort verdankte auch *Baeyer* seine moderne Orientierung. Aber auf seine Arbeitsrichtung hat *Kekulé* keinen nachhaltigen Einfluß geübt; *Baeyers* Art war grundverschieden vom Wesen *Kekulé*s, von dessen eigentlich kritischer Veranlagung. „*Kekulé* hatte kein Interesse für die Körper selbst, sondern nur daran, ob sie mit seinen Ideen übereinstimmten. Wenn dies der Fall war, war es gut, wenn nicht, so wurden sie verworfen.“ „Es erschien mir über-



flüssig," äußert *Baeyer* bei der Feier seines 70. Geburtstages, „seine Ideen noch weiter zu verfolgen.“ „Ich trat der Natur wieder näher“ und „vergrub mich in Erinnerung an die seligen Stunden meiner Knabenzeit in abgelegene Gebiete, die ich nach Art der alten Empiriker, aber ausgerüstet mit modernen Waffen, durchstreifte.“ „Meine Versuche habe ich nicht angestellt, um zu sehen, ob ich recht hatte, sondern um zu sehen, wie die Körper sich verhalten. Aus dieser Veranlagung stammt auch meine Gleichgültigkeit gegen Theorien.“

Im Frühjahr 1860 kehrte *Baeyer* von Gent in seine Heimat zurück, habilitierte sich an der Universität mit einem Vortrag über Harnsäure und wurde als Lehrer am Berliner Gewerbeinstitut angestellt. Zwölf Jahre hat *Baeyer* in bescheidener Stellung an dieser Schule gewirkt, die erst später zur Technischen Hochschule erhoben worden ist. Hier gründete er ein Unterrichtslaboratorium und sammelte einen Kreis von Schülern um sich, dem *Graebe* und *Liebermann* und *Viktor Meyer* angehörten. Schon die Richtung der ersten Jahre war für *Baeyers* Lebensweg entscheidend. Er hatte von einem früheren Schüler *Liebig's*, dem Fabrikanten *Ad. Schlieper* in Elberfeld, einige Medizinschachteln mit Präparaten von Harnsäurederivaten erhalten. „Dies Kästchen," sagt *Baeyer*, „ist die Veranlassung zu meinen Arbeiten über Harnsäure und Indigo geworden.“ *Baeyers* Untersuchung brachte Ordnung in das Labyrinth der Harnsäuregruppe und bereitete die Erforschung ihrer Konstitution vor, die später *Emil Fischer* vollbracht und mit der Synthese der Purine gekrönt hat. *Baeyers* Untersuchung verfolgte *Liebig* als eine Fortsetzung seiner eigenen Arbeiten mit besonderem Interesse. Dadurch wurde in München die Aufmerksamkeit auf *Baeyer* gelenkt und in der Folge seine Berufung herbeigeführt.

Im Laboratorium in der Klosterstraße zu Berlin wurzeln fast alle wissenschaftlichen Untersuchungen *Baeyers*, die in den drei folgenden Jahrzehnten gereift sind und die *Baeyer* so berühmt gemacht haben.

Dort wurde die Reihe der Arbeiten über Indigo eröffnet durch den Abbau zu Indolderivaten und zum Indol selbst (1866), sodann durch die Synthese von Indigoblau aus Isatin (1870). Die Reduktion von Indigo zum Indol erzielte *Baeyer* mit einer Methode, welche die widerstandsfähigsten sauerstoffhaltigen Körper zu ihren Stammsubstanzen abzubauen ermöglichte, durch Destillation über glühenden Zinkstaub. Der Übertragung dieser neuen Methode auf das noch unerforschte Alizarin verdankte *Baeyers* Laboratorium einen seiner bedeutendsten Erfolge. Es glückte *Graebe* und *Liebermann*, auf diesem Wege die Konstitution des Krappfarbstoffs aufzuklären. Sie erhielten daraus Anthracen (1868), und es gelang ihnen schon im folgenden Jahre, umgekehrt vom Anthracen des Steinkohlenteers in technisch brauchbarer Synthese zum Alizarin zu gelangen. Durch

diese Arbeiten ist die Industrie der Alizarinfarbstoffe in Deutschland begründet worden, die heute eine ganze Schar von wichtigen und edlen Farbstoffen umfaßt und die größte wirtschaftliche Bedeutung erlangt hat.

In jener Zeit entstanden auch die ersten Arbeiten über die Hydrierung der Phtalsäure und die Konstitution der Mellithsäure, die nachhaltigen Einfluß gewannen. Im Jahre 1865 hatte *Kekulé* die Struktur des Benzols mit der ringförmigen Anordnung der Kohlenstoffatome und abwechselnden einfachen und doppelten Bindungen erklärt; die systematische Erforschung der aromatischen Verbindungen ist dadurch erschlossen worden. Während *Kekulé* sich vorwiegend mit denstellungsfragen der Benzolderivate beschäftigte, hat *Baeyer* eindringende Untersuchungen über die Natur des Benzols in Angriff genommen, die er später in großen Arbeiten durchgeführt und in den Untersuchungen über Terpene fortgesetzt hat.

Die Beschäftigung mit der Harnsäure hatte auch die Aufmerksamkeit *Baeyers* auf Probleme der physiologischen Chemie gelenkt, namentlich die Assimilationsvorgänge in der grünen Pflanze. In dem Gedankengange, den er in seiner für die Pflanzenphysiologie wichtigen Abhandlung „Über die Wasserentziehung und ihre Bedeutung für das Pflanzenleben und die Gärung“ (1870) niedergelegt hat, ist *Baeyer* zu seinen Untersuchungen über Synthesen durch Wasseraustritt gelangt. Die Versuche über Kondensationen von Kohlenwasserstoffen und von Phenolen mit Aldehyden und weiterhin mit Phtalsäureanhydrid sind in diesem Zusammenhang in Angriff genommen worden. Den Reigen der so entstehenden Phtaleine eröffneten Gallein und Coerulein, die ähnlich dem Blauholz und Rotholz auf metallische Beizen färbten. Den beiden Farbstoffen, die nach über 40 Jahren unverminderte technische Bedeutung haben, reihte sich das berühmte Fluorescein an, das in der Form vieler Abkömmlinge, z. B. des Eosins, den Markt gewonnen hat. In den letzten Jahrzehnten hat die Industrie auch dieses Gebiet weiter ausgebaut und dabei in nahen Verwandten des Fluoresceins, in den Rhodaminen, die prächtigsten Farbstoffe gewonnen, die wir kennen.

Aus bescheidenen Verhältnissen trat *Baeyer* Ostern 1872 in große über; er ging nach Straßburg als ordentlicher Professor und Direktor eines an der neuen Universität zu errichtenden Laboratoriums. Die Straßburger Zeit, sieben Semester, ist in *Baeyers* gesammelten Werken anschaulich und humorvoll von *Emil Fischer* geschildert worden, dessen Eintritt in das Laboratorium eines der wichtigsten Ereignisse jener Epoche war. In Straßburg erweiterte sich der Kreis von Mitarbeitern, dem u. a. *Otto Fischer*, *Hepp*, *Weiler*, *ter Meer*, *Goldschmiedt* und *Schraube* angehört haben. Auch *Baeyers* freundschaftliches Verhältnis zu *Caro*, dem Direktor der Badischen Anilin- und Sodafabrik,

entwickelte sich hier und trug die ersten Früchte in den grundlegenden Arbeiten über die aromatischen Nitroverbindungen, welche die Ausgangsstoffe vielgestaltiger Farbstoffklassen, der Azine, Thiazine und Oxazine geworden sind. Zur selben Zeit nahmen die Arbeiten über Mellithsäure, über Kondensationsvorgänge und über die Phtaleinfarbstoffe ihren Fortgang.

Das Jahr 1875 brachte die ehrenvolle Berufung und die Übersiedelung nach München, wo die größten Aufgaben *Baeyer* erwarteten. Als *Liebig* im Jahre 1852 vom König Max nach München gezogen wurde, machte er es zur Bedingung, vom Laboratoriumsunterricht befreit zu sein. Sein Interesse galt in den zwei letzten Jahrzehnten seines Lebens weniger der reinen Chemie als ihren Anwendungen vor allem auf Landwirtschaft und Medizin. Der Schwerpunkt von *Liebigs* Tätigkeit in München lag im Hörsaal, den der König, die königliche Familie und die Minister aufsuchten und zu dem ein großes Publikum strömte. Einrichtungen für den chemischen Unterricht existierten nicht und es gab auch keine Studierenden der Chemie. Daher war *Baeyers* erste Sorge die Gründung eines großen Laboratoriums für Unterricht und Forschung. Schon im Jahre 1876 wurde der Grundstein gelegt, im Herbst des folgenden Jahres konnte das Institut bezogen werden. Es war eine Musteranstalt von großen Dimensionen, längere Zeit vorbildlich für die Hochschulinstitute in Deutschland und anderen Ländern. Die unorganische Abteilung und den Unterricht in ihr organisierte mustergültig *Jakob Volhard*, der aus *Liebigs* Ära Extraordinarius in München war; sein erster Nachfolger wurde *E. Fischer*. *Baeyer* selbst hat die Leitung des Instituts allezeit fest in Händen gehabt, während er die Unterrichtsarbeiten im einzelnen zweckmäßig an Abteilungsvorstände und Assistenten verteilte, so daß ein freies und harmonisches Zusammenarbeiten zur sicheren Tradition geworden ist.

Die ersten zehn Jahre in München waren der Fortsetzung der begonnenen Untersuchungsreihen über die Phtaleine und über die Kondensationsreaktionen und am meisten der wieder aufgenommenen Arbeit über den Indigo gewidmet. Die denkwürdigsten Ereignisse aus der Geschichte der Indigoforschung, die *Baeyer* zusammenfassend in einer Festversammlung der Deutschen Chemischen Gesellschaft im Jahre 1900 geschildert hat, waren die Synthese des Isatins im Jahre 1878, der vollständige Aufbau des Indigomoleküls mittels der Nitrophenylpropiolsäure (1880) und die wunderbar elegante Indigosynthese aus o-Nitrobenzaldehyd (1882). Das Problem der künstlichen Indigogewinnung, das wissenschaftlich gelöst war, nahm die Technik begierig auf. Freilich bedurfte es vieler Jahre langer Anstrengungen, bis die Badische Anilin- und Sodafabrik die von *Heumann* am Züricher Polytechnikum 1891 aufgefundenen, praktisch geeigneteren Verfahren zur vollen Kon-

kurrenzfähigkeit mit dem Naturprodukt ausgebildet hat. Dann ereilte den Pflanzenindigo das Schicksal des Alizarins. Die deutsche Industrie hat es erreicht, den Weltmarkt mit Indigo zu versorgen, dessen Jahresverbrauch auf 100 Millionen Mark geschätzt worden ist.

Ermüdet von der angestrengten Tätigkeit auf diesem Gebiete hat *Baeyer* um die Mitte der achtziger Jahre Erfrischung in neuen Aufgaben gesucht. Er nahm die Untersuchungen in der Acetylenreihe in Angriff, die ihn zur Entwicklung der „Spannungstheorie“ für die ringförmigen Verbindungen des Kohlenstoffs führte. Diese Theorie hat vorausahnend der Synthese von Kohlenstoffringen die Richtung gewiesen und einen Hauptanteil daran gehabt, daß die Kluft zwischen aliphatischen und aromatischen Substanzen durch die Klasse der alicyclischen Stoffe überbrückt worden ist. Ihre wichtigsten Gebiete, die hydroaromatischen Verbindungen, hat *Baeyer* selbst kennen gelehrt. Seine Arbeiten über hydrierte aromatische Säuren, die unter dem Titel „Über die Konstitution des Benzols“ erschienen sind (1886 bis 1893), haben unsere Kenntnis von der Natur des aromatischen Systems vertieft und die „Ortsbestimmungen in der Terpenreihe“, die *Baeyer* zumeist gemeinsam mit *V. Villiger* in 25 Abhandlungen veröffentlicht hat (1893 bis 1899), haben die Erforschung der ätherischen Öle des Pflanzenreiches machtvoll gefördert und uns eigenartige Methoden der Konstitutionsbestimmung von allgemeinerer Bedeutung geschenkt.

Bei Gelegenheit der Terpenarbeiten nahm *Baeyer* ein neues Oxydationsmittel von unbekannter Zusammensetzung in die Hand, das Carosche Reagens, das er in der Folge als Sulfoper-säure definiert hat. Es war ein spezifisches Reagens auf Ketone, die es entweder spaltet oder in Superoxyde umwandelt. Die Verfolgung dieses Gegenstandes leitete *Baeyer* und seinen treuen Mitarbeiter jener fruchtbaren Schaffensperiode, *V. Villiger*, in das neue Arbeitsfeld der Peroxyde und Persäuren und weiterhin zu den Untersuchungen über die Valenz des Sauerstoffs, nämlich über seine Vierwertigkeit in organischen Verbindungen. Damit stehen in innerem Zusammenhang die letzten großen Arbeiten *Baeyers* über die Farbstoffe der Triphenylmethanreihe, die den Zusammenhang zwischen Konstitution und Farbe ergründen. Im Werke von *Baeyers*, von dem hier nur einige Kapitelüberschriften aufgezählt sind, ist einer der bewundernswürdigsten Abschnitte der XIV. der gesammelten Abhandlungen, welcher „Über die basischen Eigenschaften des Sauerstoffs“ handelt. Die erste Anregung zu dieser Arbeit war von einer 1899 erschienenen Abhandlung über salzartige Verbindungen des Dimethylpyrrons ausgegangen, worin *Collie* die neue Ansicht ausgesprochen hatte, daß der Sauerstoff in gewissen Fällen vierwertig aufzutreten vermag. Während die meisten anderen Chemiker, und nicht nur die älteren, diesem Resultat mit Kopfschütteln

gegenüberstanden, hat *Baeyer*, der 66 jährige, mit jugendlichem Feuer die Anregung aufgenommen und zum Ausgangspunkt überraschender Versuche gemacht, aus denen die basischen Eigenschaften des Sauerstoffs in seinen verschiedensten Verbindungen hervorgehen. *Gräbe* sagt, dieser Arbeit sei das Motto voranzustellen: „Ältestes bewahrt mit Treue, freundlich aufgefaßtes Neue.“

Dem Einflusse, den *Adolf v. Baeyer* in den sechs Jahrzehnten seiner Forscherarbeit auf die Entwicklung der organischen Chemie ausgeübt, der Förderung, welche die aufblühende Farbstoffindustrie in Deutschland aus seinen Arbeiten gezogen hat, ist die Bedeutung des Meisters für seine Schule und durch sie ebenbürtig. Es wäre keine geringe Aufgabe, die Geschichte dieser Schule zu schreiben und die Frage zu behandeln, was den beispiellosen Erfolg des Lehrers *Baeyer* bedingt hat. Wie viele Führer unserer Industrie — *Duisberg*, von *Weinberg*, von *Brüning* treten mir vor Augen — wie viele Lehrer unserer Hochschulen sind aus dem Berliner, dem Straßburger, dem Münchener Laboratorium *Baeyers* in diesen 55 Jahren hervorgegangen, die alle in der Bewunderung und dankbaren Verehrung des Jubilars einig sind. Es hat einen tiefen Eindruck auf *Baeyer* gemacht, daß *Volhard* ihm einmal eröffnete, die Zeit in *Baeyers* Laboratorium sei ihm die schönste des Lebens gewesen; andere haben dasselbe empfunden. Die Erinnerung an dahingegangene Freunde wird lebendig, an den jungen *Cl. Zimmermann*, an das edle Bild *H. v. Pechmanns*, an den von allen geliebten *W. Königs*, an *Krüß*, an *Muthmann*. Wie viele Namen von Klang zählen zu der Schule seit der Zeit, da *Emil Fischer* das Phenylhydrazin, *Otto Fischer* das Bittermandelölgrün auffand und beide gemeinsam ihre klassische Arbeit „Über Triphenylmethan und Rosanilin“ im Münchener Laboratorium ausführten, da *Curtius* den Diazoessigester entdeckte, die Quelle des Hydrazins und der Stickstoffwasserstoffsäure, *Claisen* die Acetessigestersynthese aufklärte, *Bamberger* mit einer Schar von Gehilfen die Hydrierung der Naphthaline untersuchte, *Thiele* eine Reihe von Jahren, in der Glanzzeit der organischen Abteilung des Münchener Instituts, über die konjugierten Doppelbindungen arbeitete.

Treten wir in *Baeyers* Hörsaal. Die Vorlesung ist ihm Bedürfnis bis in sein achtzigstes Lebensjahr. Er spricht sehr ruhig und schlicht und klar, ohne Schmuck, ohne Pathos; das Auditorium folgt ihm mit Spannung. Er sagt nie alles, er überredet nicht, das Kolleg ist einfach, geistreich, aber nicht gelehrt, es reizt immer den Hörer zum eigenen Denken.

Sehen wir *Baeyer* im Examen. Er hat die Kunst, mit einer verhältnismäßig kleinen Auswahl von Fragen den jungen Chemiker oder Mediziner kennen zu lernen. Es sind oft dieselben Fragen und die Studenten sagen sich Frage und Antwort vor der Tür, aber wer nichts versteht, fällt unvermeidlich herein. Das Examen ist *Baeyer* höchst

wichtig. Er hat sich, um die Zwischenprüfung für das Studium der Chemie, die sogenannte Verbandsprüfung, einzuführen, keine Mühe verdrießen lassen und er hat sie durchgesetzt, um die Ausbildung der Chemiker an den deutschen Hochschulen zu heben.

Als Laboratoriumsvorstand hat *Baeyer* die Untüchtigen streng abgewiesen, die Tüchtigen gefördert und selbständig für sich arbeiten lassen; die Zahl seiner eigenen Mitarbeiter war jeweils klein. Die jungen Leute sehen wir mit der ehrfurchtgebietenden Erscheinung der Exzellenz zwanglos, ohne Zeremoniell, verkehren.

Folgen wir dem Meister in sein Laboratorium. Wir wollen uns die merkwürdigen Apparate zeigen lassen, mit denen *Baeyer* die komplizierten Naturprodukte abgebaut und die berühmten Synthesen ausgeführt hat. Der Apparat ist das Reagenzglas. Eine andere Vorrichtung hat er selten in die Hände genommen. *Baeyer* hat sich mit seinem ausgeprägten Sinn für das Einfache und Wesentliche Zeit seines Lebens als ein Meister in der Beschränkung seiner Arbeitsmittel und des Maßhaltens im Kraftverbrauch gezeigt. Sein Wesen ist das des Künstlers, er arbeitet mit dem Auge und mit der Phantasie. Er ist ein Optimist. Wie oft hat er den Hut in die Höhe geworfen oder eine Verbeugung vor sich selber gemacht und gesagt: „Das Problem ist gelöst.“ Es war aber nicht gelöst; er hat gleich wieder von vorn anfangen müssen.

In der Regel ließ sich *Baeyer* ohne vorgefaßte Meinung von den Versuchen leiten und sie haben ihn zu Entdeckungen geführt, die überraschender waren als es Arbeiten zu sein pflegen, die am Schreibtisch geplant sind.

*Baeyer* hat fruchtbare neue Theorien aufgestellt und er hat in der organischen Chemie an jeder Entwicklung der Theorie Anteil gehabt, aber ein Theoretiker ist er nicht. Er hat den Wert der Theorie nie zu hoch veranschlagt; sie war ihm nur Hilfsmittel für die Forschung, der wechselnde, schmiegsame Ausdruck der experimentell erzielten Resultate.

Was *Baeyers* Verhältnis zur Industrie betrifft, so hat er ja große Industrien angeregt, aber ein Mannheimer Fabrikbesitzer konnte zu ihm sagen: „Ihnen, Herr Professor, ist viel Gold zwischen den Fingern durchgelaufen.“ Es hat *Baeyer* nie interessiert und war ihm nie das Opfer an Zeit wert, seinen Arbeiten bis zur praktischen Ausnützung nachzugehen. Die Früchte seiner technischen Erfolge hat er uneigennützig anderen überlassen. Es ist *Baeyers* Ruhm, zu jeder Zeit seines Lebens neue Wege gefunden und sie nur verfolgt zu haben, bis das Wesentliche erkannt und für andere das Feld gebahnt war.

Zwei Ursachen bedingen den großen Erfolg der *Baeyerschen* Schule. Fürs erste ist es die Methode *Baeyers*, die er selbst vor zehn Jahren mit folgenden Worten geschildert hat: „Was macht den großen Naturforscher aus? Er soll nicht herrschen,

sondern horchen, er soll sich dem Gehorchten anpassen und sich nach ihm ummodelln.“ Und dann gesellt sich zu der fruchtbaren Arbeitsmethode noch ein anderer Einfluß: die Macht der großen Persönlichkeit. Sie wirkt vorbildlich durch die Uneigennützigkeit und Selbstlosigkeit, mit der *Baeyer* stets seinen Schülern seine Anregungen, seine Gedanken und seinen Rat geschenkt, sie wirkt durch die unbeugsame Entschiedenheit, mit der *Baeyer* stets nach der Sache, nie nach äußeren Dingen geurteilt hat, und sie wirkt durch die vollkommene Hingabe an die Pflicht und Arbeit.

Aus allen diesen Zügen tritt uns des Meisters Persönlichkeit als ein leuchtendes Vorbild entgegen. Möge er uns lange erhalten bleiben, dankbar verehrt, eine Zierde der Wissenschaft unseres Landes!

## Über die Rolle der organischen Arsenverbindungen in der modernen Medizin<sup>1)</sup>.

Von Dr. P. Karrer, Frankfurt a. M.

Die Verwendung der natürlich vorkommenden Arsenverbindungen, besonders des Arsens, zu Heilzwecken, reicht tief ins Altertum zurück. Schon frühzeitig erkannten die Menschen, daß in diesen Giften Kräfte schlummerten, die, richtig angewandt, zur Bekämpfung verschiedener Krankheiten herangezogen werden konnten. Und die Indikationsgebiete für Arsenikalien, die man damals festlegte: Hautkrankheiten und Kosmetik, blieben bis vor nicht allzu langer Zeit im großen ganzen dieselben.

Heute, wo die Chemie der Arsenverbindungen außerordentlich weit ausgebaut und das Verhalten dieser Substanzen gegenüber dem gesunden und kranken Organismus eingehend erforscht ist, muß man in biologischer Hinsicht zwei große Gruppen von Arsenikalien unterscheiden. Zu der ersten Gruppe gehören hauptsächlich die anorganischen und die aliphatisch-organischen Arsenverbindungen. Man könnte sie den lebenden Zellen gegenüber als unspezifisch und ungeformt bezeichnen. Sie wirken wohl kraft des in ihnen enthaltenen Giftes, jedoch wahllos, roh, ohne selektives Vermögen. Sie eignen sich deshalb nicht zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten, wo es darauf ankommt, nur *bestimmte* Erregerzellen zu treffen.

<sup>1)</sup> *Paul Ehrlich* hatte in einem Schreiben vom 22. Juli einen Aufsatz über „Die Rolle der organischen Arsenverbindungen in der modernen Medizin“ als Beitrag zugesagt. Mit der Vorbereitung dafür beauftragte er Herrn Dr. *Karrer*, einen seiner Mitarbeiter am Georg-Speyer-Hause. Der Tod hat ihn verhindert, selber die letzte Hand an die Arbeit zu legen. — Wir glauben im Sinne des Jubilars und der Herren Mitarbeiter an dem Sonderhefte zu handeln, wenn wir die Arbeit des Herrn Dr. *Karrer*, die *Paul Ehrlichs* Gedanken sicherlich getreu widerspiegelt, gleichsam wie ein Vermächtnis des toten Meisters veröffentlichen. Die Schriftleitung.

Die 2. Gruppe wurde mit der Einführung des Atoxyls in die Therapie begründet, und sie hat einen vorläufigen Abschluß in den Salvarsanderivaten gefunden. Diese Verbindungen sind charakterisiert durch eine bestimmte Spezifität; sie wirken zwar auch infolge des in ihnen vorhandenen Giftes, des Arsens, aber sie wirken nicht wahllos. Sie verankern sich nicht an jede Zelle, sondern sie suchen sich ihre Ziele aus. Deshalb können auch nur sie zu einer spezifischen Therapie benutzt werden. Man könnte sie etwa mit einem Heilserum vergleichen, das gegen einen bestimmten Spaltpilz eingestellt ist; allerdings ganz so vollkommen wie das Serum sind sie nicht; dieses hat *P. Ehrlich* früher mit Zauberkugeln verglichen, die ihr Ziel nie verfehlen, die immer nur die Parasiten treffen und nie den Organismus. Die Arsenikalien sind so vollkommen nicht, auch den besten haftet ein kleiner Rest von Organotropie an.

Die chemische Erforschung der aliphatischen Arsenverbindungen ist an die Namen zweier Meister unserer Wissenschaft geknüpft: *Bunsen* und *Adolf von Baeyer*. *Bunsen* hat in seiner klassisch gewordenen Arbeit über das Alkarsin<sup>1)</sup>, „*Cadets* rauchende Flüssigkeit“, das Kakodyl entdeckt und damit die Grundlage für die sekundären aliphatischen Arsinsäuren und ihre Derivate geschaffen. *Adolf von Baeyer* dagegen blieb es vorbehalten, die primären, sekundären, tertiären und quaternären aliphatischen Arsenverbindungen in ihren Beziehungen zueinander zu erforschen und die interessanten Übergänge dieser Körper ineinander zu erkennen. Der stufenweise Aufbau des Tetramethylarsoniumchlorids aus dem Arsen-trichlorid, und der ebenso lückenlose Abbau der quaternären Verbindung bis zum Chlorarsen sind so elegante, durchsichtige und schöne Reaktionsserien, wie sie die Chemie nicht allzu viele kennt. Es war für die damalige Entwicklung der Chemie auch eine Großtat, daß es *von Baeyer* gelang, die nahe Verwandtschaft und Analogie der methylierten Stickstoff-, Phosphor-, Arsen-, Antimon- und Wismutverbindungen zu erhärten. Denn durch die eigentümliche Erscheinung, daß die quaternären Salze äußerlich so grundverschiedener Elemente wie Stickstoff, Phosphor und Arsen zum Verwechseln ähnlich sind, konnte der Beweis erbracht werden, daß die Eigenschaften der Körper nicht allein durch die Art der Zusammensetzung, nicht nur durch die Art der Atome, sondern ebenso sehr durch die räumliche Lagerung der Atome bedingt sind. Mit der Entdeckung der Methylarsinsäure, dem niedrigsten Glied der primären aliphatischen Arsinsäuren, hat *Adolf von Baeyer* den Grundstein für die ganze weitere Forschung auf diesem Gebiet gelegt. Und seine Gedanken, seine Beobachtungen und Schlüsse haben nicht nur auf den weiteren Ausbau der Chemie der aliphati-

<sup>1)</sup> *Liebigs Annalen* Bd. 24, S. 271; Bd. 27, S. 148; Bd. 31, S. 175; Bd. 37, S. 1; Bd. 42, S. 14; Bd. 46, S. 1.

schen, sondern auch der aromatischen Arsenverbindungen befruchtend gewirkt. Sie gehören zu dem Fundament, auf dem heute der stolze Bau der Arsenchemie ruht.

In der Folgezeit haben sich die sekundären aliphatischen Arsinsäuren, die Kakodylderivate, in die Therapie besser eingeführt als die primären. Dies dürfte jedoch wohl mehr eine zufällige, äußerliche Ursache haben, denn nach den Untersuchungen zahlreicher Forscher ist die Methylarsinsäure den Kakodylderivaten in der therapeutischen Wirkung mindestens ebenbürtig, nach *Gautier*<sup>1)</sup> sogar überlegen. Es ist auch kein theoretischer Grund vorhanden, der gegen diese Befunde sprechen würde.

Ihre Einbürgerung in den Arzneischatz und die teilweise Verdrängung des Arsens verdanken die Kakodylverbindungen ihrer relativen Ungiftigkeit. Es hatte sich im Laufe der Zeit herausgestellt, daß zur wirksamen Bekämpfung von Hautkrankheiten mit den anorganischen Arsenpräparaten Dosen nötig waren, die oft eine nicht unbeträchtliche Schädigung des Körpers zur Folge hatten. So wurden namentlich häufig Dermatitis, Erythreme, Haarausfall, Nierenstörungen, Schädigungen des Zentralnervensystems beobachtet. Da mußte es berechtigtes Aufsehen hervorrufen, als *Bunsen-Kürschner*<sup>2)</sup> mit einer Arsenverbindung hervortraten, die nach ihren eigenen Tierversuchen fast ungiftig genannt werden mußte und der *Schmidt-Chomse*<sup>3)</sup> bald darauf überhaupt alle giftigen Eigenschaften absprachen. Spätere Forscher fanden dann allerdings, daß die Giftigkeit nicht ganz so gering sei, eine Übereinstimmung zwischen den experimentellen Daten war nicht zu erreichen. Das dürfte wohl seinen Grund darin haben, daß manche der Kakodylsäurepräparate mit Arsenik verunreinigt waren.

Auf jeden Fall müssen wir heute die Kakodylsäure als eine relativ sehr wenig giftige Substanz bezeichnen. Damit drängt sich uns aber sofort auch die Frage auf, ob sie es in Wirklichkeit ist, welche die erwiesenermaßen günstigen Wirkungen auf verschiedene Krankheiten hervorbringt. Denn es ist eine alte Erfahrung, daß man Krankheiten nur mit Giften, aber nicht mit Zucker heilen kann. Über das Schicksal der Kakodylsäure im Organismus ist viel gearbeitet worden. Die Mehrzahl der Forscher steht auf dem Standpunkt, daß sie im Organismus teilweise in arsenige Säure und Arsensäure umgewandelt und erst dadurch wirksam wird. Das ist eine Ansicht, die wohl die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat und auch die therapeutische Wirkung der Kakodylverbindungen mühelos erklärt.

Die ersten Ärzte, die auf die Bedeutung der Kakodylsäure für die humane Therapie aufmerk-

sam machten, waren *Jochheim*<sup>1)</sup> und später *Renz*<sup>2)</sup>. Doch fanden ihre Mitteilungen keine Beachtung. Erst *Gautier* und *Danlos* entdeckten in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts die Kakodylsäure von neuem und brachten sie in der Therapie zu Ehren. *Danlos* behandelte mehrere Fälle von Psoriasis mit ausgezeichnetem und dauerndem Erfolg. Nach *Gautier* äußert sich die therapeutische Wirkung der Kakodylsäure darin, daß sie die Zellernährung anregt, die Aktivität der Blutkörperchen erhöht und die Hämatoze fördert. Auch *Prokhoroff*<sup>3)</sup> gelangte fast zur selben Zeit wie *Gautier* zu ähnlichen Befunden. Nach ihm übt die Kakodylsäure eine tonsierende Wirkung aus, die sich durch Besserung des Allgemeinbefindens, Vermehrung des Appetits und Zunahme des Körpergewichts kundgibt. Die Indikation von Kakodylpräparaten wird deshalb bei all den Krankheiten günstigen Einfluß haben können, wo es gilt, den Körper zu kräftigen, die Zellernährung anzuregen, also bei Anämie, Tuberkulose, Lepra, Chlorose, Leukämie. Das sind denn auch die Gebiete, auf denen die Arsenotherapie die größten Erfolge zu verzeichnen hat. Ausdrücklich sei aber nochmals hervorgehoben, daß die günstige Wirkung des Arsens nicht auf einer direkten Einwirkung auf den Krankheitserreger, den Tuberkelbazillus usw. beruht, sondern auf einer indirekten, auf der Stärkung des Organismus. Es wäre deshalb auch ganz verfehlt, mit der Kakodylsäure z. B. eine spezifische Therapie der Syphilis beginnen zu wollen, wie es von verschiedenen französischen Forschern versucht wurde.

Bei verschiedenen Hautkrankheiten hat sich die Kakodylsäure nach den übereinstimmenden Aussagen vieler Ärzte wie *Saalfeld*<sup>4)</sup>, *Löwenbach*<sup>5)</sup> u. a. vorzüglich bewährt. *Saalfeld* hat das Präparat bei 50 Patienten mit Psoriasis, Hautjucken, Herpes iris usw. untersucht und sehr gute Erfolge gesehen. *Wickham*<sup>6)</sup> wandte die Kakodylsäure gegen Mycosis fungoides, *Klinger* gegen Psoriasis vulgaris diffusa an; beide sahen schöne Resultate. Ohne Zweifel wird die Kakodylsäure bei der Therapie der Hautkrankheiten eine bleibende Rolle spielen.

Die von *Adolf von Baeyer* entdeckte Methylarsinsäure ist, wie schon oben erwähnt wurde, besonders in letzter Zeit häufiger und mit sehr gutem Erfolg an Stelle der Kakodylverbindungen als Arsenpräparat in der Medizin angewandt worden. *Gautier* stellte fest, daß sie sich namentlich bei innerlicher Darreichung viel besser bewährt als die Kakodylpräparate. Bei Tuberkulose,

<sup>1)</sup> *Jochheim*, Über chronische Hautkrankheiten und ihre Behandlung in meiner Heilanstalt, Darmstadt 1864.

<sup>2)</sup> Deutsches Archiv f. klin. Medizin 1865, S. 235.

<sup>3)</sup> Russki Wratsch 1899, Nr. 19.

<sup>4)</sup> Therapeutische Monatshefte 1901, S. 285.

<sup>5)</sup> Wiener klin. Woch. 1903, Nr. 9; Therap. Monatsh. 1903, S. 489.

<sup>6)</sup> Semaine méd. 1901, S. 197.

<sup>1)</sup> Comptes rendus 1902, S. 329; Presse médicale 1902, S. 201, 260, 1259; Semaine méd. 1902, S. 59 usw.

<sup>2)</sup> Liebigs Annalen Bd. 46, S. 1.

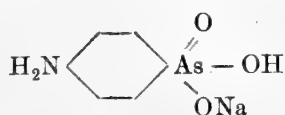
<sup>3)</sup> *Molchotts* Untersuchungen zur Naturlehre (1860), S. 122.



Asthma, Chorea leistet sie vorzügliche Dienste. Da die Methylarsinsäure dem Arsenik viel näher steht als die Kakodylsäure, so dürfte auch ihre physiologische Wirkung trotz vieler Ähnlichkeit keineswegs mit derjenigen der Kakodylpräparate ganz identisch sein; vor allem kommt ihr noch die schneller einsetzende Wirkung des Arsens zu. Zweifellos scheint sie berufen zu sein, in Zukunft die Kakodylpräparate in steigendem Maße zu ersetzen.

In neuerer Zeit wurde eine weitere Klasse von aliphatisch-organischen Arsenverbindungen, arsenhaltige Fettsäuren, in den Arzneischatz aufgenommen. Von diesen ist eine Arsen-Behenolsäure am bekanntesten geworden. Sie wurde von *E. Fischer*<sup>1)</sup> in der Absicht hergestellt, eine lipoidartige Arsenverbindung zu gewinnen. Unter dem Namen Elarson ist sie in der Therapie eingeführt. Verschiedene Autoren stellen übereinstimmend fest, daß sich dieses Präparat besonders bei Epilepsie trefflich bewährt.

Die zweite große Gruppe von Arsenpräparaten, die spezifisch wirkenden Arsenikalien, nahm, wie wir oben schon andeuteten, ihren Ausgang beim Atoxyl. Dieses wurde schon in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts zum ersten Male von *Béchamp* hergestellt, ist also ungefähr ein Zeitgenosse der Kakodylsäure und der primären Methylarsinsäure. Die Konstitution dieses Arsenpräparates wurde aber von *Béchamp* nicht richtig erkannt (er glaubte es mit einem Arsensäureanilid zu tun zu haben, das vom theoretischen Standpunkt aus keine großen Erfolge versprechen konnte), und das dürfte auch der Grund sein, weshalb es erst so viele Jahre später als die Kakodylverbindungen zu Ehren gezogen und in die Therapie eingeführt wurde. Wir können an diesem Beispiel lernen, wie eng verknüpft, wie abhängig Chemie und Therapie voneinander sind. Als im Jahre 1902 das Atoxyl dann von den Vereinigten Chemischen Werken A.-G. in Charlottenburg in den Handel gebracht wurde, versuchten es *Ehrlich* und *Shiga* noch in demselben Jahr an mit Trypanosomen infizierten Mäusen, konnten aber keine Wirkung beobachten, da, wie sich später herausstellte, der Trypanosomenstamm arsenfest war. Glücklicher waren im Jahr 1905 *Thomas* und *Breinl*, die bei Versuchen mit einem anderen Trypanosomenstamm eine günstige Beeinflussung feststellen konnten. Als sich daraufhin *P. Ehrlich* auch wieder dem Atoxyl zuwandte, gelang ihm mit *Bertheim* zusammen die Konstitutionsaufklärung des Atoxyls, das als Natriumsalz der p-Aminophenylarsinsäure



erkannt wurde.

Das Atoxyl wurde in den darauffolgenden Jahren von den verschiedensten Seiten intensiv bearbeitet und es hat sich seitdem infolge seiner günstigen Wirkung auf die Schlafkrankheit der Tropen in unseren Arzneischatz ständig eingebürgert.

Die ersten, die das Atoxyl gegen Trypanosomiasis anwandten und empfahlen, waren *Todd*<sup>1)</sup>, *Campehant*<sup>2)</sup> und vor allem *Robert Koch*<sup>3)</sup>. Letzterer zeigte, daß das Blut von Menschen, die an der Schlafkrankheit litten, durch die Behandlung mit Atoxyl mindestens 10 Tage lang trypanosomenfrei erhalten werden konnte, wodurch diese Menschen für die Infektion der Glossinen und infolgedessen für die Ausbreitung der Krankheit ungefährlich wurden. Allerdings sah *Robert Koch* solch günstige Erfolge nur bei Leichtkranken, bei denen die Trypanosomen noch nicht ins Zentralnervensystem gelangt sein mochten; in vorgerückten Stadien der Krankheit hat auch das Atoxyl nur noch geringen Einfluß. Die Behandlungsweise *Kochs* bestand darin, daß er den Patienten alle 7–10 Tage an zwei aufeinander folgenden Tagen je 0,5 g Atoxyl subkutan injizierte. Bei höheren Dosen stellten sich Nebenerscheinungen wie Übelkeit und Schwindel und vor allem Erblindungen ein, auf die weiter unten noch zurückzukommen sein wird.

Es ist verständlich, daß die Befunde von *Robert Koch*, die einen Weg wiesen zur Heilung der Schlafkrankheit, jener schlimmsten Geißel der Tropen, bald von anderen Forschern umfangreiche Nachprüfungen erfuhren. *Klinghorn*<sup>4)</sup>, *Breinl*<sup>5)</sup>, *Schilling*<sup>6)</sup>, *Uhlenhuth*<sup>7)</sup>, *Brodin* und *Rodhain*<sup>8)</sup>, *Scherschmidt*<sup>9)</sup>, *Ullrich*<sup>10)</sup> u. a. studierten die Wirkung des Atoxyls bei Trypanosomiasis. Nicht alle gelangten zu denselben Resultaten, was aber zweifellos damit zusammenhängt, daß nicht alle Trypanosomenstämme durch das Atoxyl gleich stark beeinflusst werden. Heute, wo sich über die erzielten Resultate ein besserer Überblick gewinnen läßt, müssen wir sagen, daß im Atoxyl sicher ein Spezificum, wenigstens gegen einzelne Trypanosomenstämme vorliegt. Bei frühzeitiger Behandlung der Krankheit läßt sich eine anhaltende Besserung, vielleicht sogar Heilung erzielen. Im 2. oder 3. Stadium der Krankheit allerdings ist auf eine erfolgreiche Therapie kaum mehr zu hoffen. Wenn sich die Trypanosomen schon im Zentralnervensystem eingenistet haben, dann sind sie für das Atoxyl, das nur im

1) British med. Journal 1906, Nr. 2366, S. 1037 u. 1907; Nr. 2403, S. 132.

2) British med. Journal 1907, S. 133.

3) Deutsche med. Woch. 1906, Nr. 51, Sonderbeilage.

4) British med. Journal 1907, Nr. 2403, S. 132; Lancet 1907, Nr. 4353, S. 282.

5) Deutsche med. Woch. 1907, S. 299.

6) Therapeut. Monatsh. 1907, S. 57.

7) Berl. klin. Woch. 1907, S. 349.

8) Archiv f. Schiffs- u. Tropenhygiene 1906, Nr. 22; 1907, Nr. 3.

9) Deutsche med. Woch. 1911, S. 292.

10) Archiv f. Schiffs- u. Tropenhygiene 1911, Nr. 2.

1) Annalen der Chemie Band 403, S. 106 u. folg.

Blutkreislauf zirkuliert und nicht in die Lumbalflüssigkeit übertritt, nicht mehr zu erreichen und die Behandlung bleibt ohne dauernden Erfolg.

Das Atoxyl führt seinen Namen zu Unrecht. Es ist durchaus kein harmloser Stoff, sondern eine stark neurotrope Substanz. Diese Eigenschaft teilt es mit allen anderen organischen Arsenverbindungen, die 5wertiges Arsen enthalten. Die Neurotropie ist an das 5wertige Arsenatom geknüpft. Was die Gefährlichkeit des Atoxyls noch erhöht, ist die Eigentümlichkeit, daß es zum Sehnerv, zum Opticus, besonders große Affinität besitzt, sodaß deshalb Sehstörungen und Erblindungen als eine der häufigsten und schlimmsten Nebenerscheinungen der Atoxylbehandlung auftreten. Größte Vorsicht in der Dosierung und häufigste Kontrolle des Sehvermögens sind darum Hauptbedingungen bei der Atoxyltherapie.

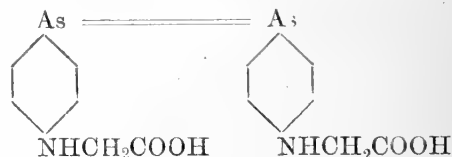
Außer bei Schlafkrankheit wurde das Atoxyl noch bei manchen anderen Krankheiten versucht. *A. Neißer*<sup>1)</sup> hat es mit Erfolg bei experimenteller Framboesie angewandt. *Brein*<sup>2)</sup>, *Klinghorn*, *Glaubermann*<sup>3)</sup>, *Jarussow*<sup>4)</sup> u. a. bei Rekurrenz mit wechselndem Resultat. Besonders zahlreich sind natürlich die Arbeiten, die sich mit der Wirkung des Atoxyls auf Syphilis befassen. Hier hat es sich, trotz einiger gegenteiliger Ansichten, durchaus nicht bewährt; es leistet nicht mehr als ein beliebiges anderes anorganisches oder aliphatisches Arsenikal. Bei Tuberkulose, Chlorose, Anämie und Hautkrankheiten leistet es ungefähr dieselben Dienste wie die Kakodylate; eine spezifische Wirkung kommt ihm hier nicht zu, es wirkt als Stimulanz für Zellernährung und Kräftigung des Körpers.

Anschließend sei ein Salz des Atoxyls, das atoxylsaure Quecksilber erwähnt. Dieses wurde von *Uhlenhuth*<sup>5)</sup> und *Manteuffel* in die Therapie der Syphilis eingeführt. Der Verbindung lag der Gedanke zugrunde, daß durch die Kombination von Arsen und Quecksilber ein gegen Lues besonders brauchbares Mittel entstehen müßte. *E. Lesser*<sup>6)</sup>, *Nichley*<sup>7)</sup>, *Boethke*<sup>8)</sup>, *Hügel*<sup>9)</sup> äußerten sich über die Wirkung des Präparates befriedigt, wogegen es z. B. nach *Bergrath*<sup>10)</sup> nicht einmal so viel wie andere Quecksilberpräparate leistet. Seit der Einführung der Salvarsanpräparate dürfte das atoxylsaure Quecksilber in der Therapie der Lues kaum mehr eine Rolle spielen. Die Wirkung, die es auf die Spirillen ausübt, verdankt es wahrscheinlich ausschließlich dem Quecksilbergehalt und nicht dem Arsen.

In dem Bestreben, das Atoxyl weniger giftig

zu machen, wurde im Georg-Speyer-Haus im Jahre 1907 das Acetyl-Atoxyl hergestellt. Es erwies sich für manche Tierarten 3–10 mal ungiftiger als Atoxyl und wurde darum im Jahre 1908 von den Höchster Farbwerken in den Handel gebracht. Die Erwartungen, die man nach den Tierexperimenten an das Präparat stellen durfte, wurden jedoch nicht erfüllt. Es zeigte sich, daß die Entgiftung für den menschlichen Organismus lange nicht so groß war, wie für manche Tierspezies und daß darum zu einer erfolgreichen Therapie, wie beim Atoxyl, auch Dosen nötig waren, die sehr nahe an die gefährliche Menge heranreichten. Die Wirkungsweise des „Arsacetin“ genannten Präparates ist im großen und ganzen dieselbe wie diejenige des Atoxyls. Doch leistet es besonders bei Trypanosomiasis keinesfalls mehr als das Atoxyl. In letzter Zeit sind dagegen einige Fälle bekannt geworden, wo es bei inoperablem Karzinom ganz frappant günstige Erfolge zeitigte. *L. Seligmann*<sup>1)</sup> gelang es, ein inoperables Spindelkarzinom des Ovariums, dessen Rezidiv bereits die Wirbelsäule ergriffen hatte, durch kombinierte intravenöse Arsacetinbehandlung und Röntgenbestrahlung in kurzer Zeit zur Heilung zu bringen. Bald darauf berichtete derselbe Autor<sup>2)</sup> über einige andere Fälle, die durch seine Methode sehr günstig beeinflusst wurden; auch eine Heilung findet sich dabei. Auf jeden Fall regen diese Resultate dazu an, das Arsacetin bei inoperablem Karzinom und zur Verhütung von Rezidiven nach der Operation weiter zu versuchen.

Der Erkenntnis, daß die organischen Arsenverbindungen mit 5wertigem Arsenatom, wie Atoxyl, Arsacetin usw., an und für sich kaum antiparasitäre Wirkung besitzen, sondern sie erst nach der Reduktion erlangen, verdankt das Arsenophenylglycin seine Entstehung:



Das Arsenophenylglycin ist eine sogenannte Arsenoverbindung, eine hochreduzierte Substanz mit 3wertigem Arsen. Sie wurde im Jahre 1908 von *Ehrlich* und seinen Mitarbeitern im Speyer-Haus dargestellt und ergab an experimenteller Trypanosomiasis außerordentlich günstige Resultate. Mit einer einzigen Injektion gelang es, trypanosomenkranke Mäuse, die kurz vor ihrem Tode standen, zu heilen. Diese Befunde wurden von *Wendelstadt*<sup>3)</sup>, *Schilling*<sup>4)</sup> u. a. bestätigt. Hier zeigte sich aber so recht, wie wenig die Verhältnisse beim Tier auf den Menschen übertragbar sind. Bei der menschlichen Schlafkrankheit

<sup>1)</sup> Deutsche med. Woch. 1907, S. 1521.

<sup>2)</sup> Deutsche med. Woch. 1907, S. 299.

<sup>3)</sup> Berl. klin. Woch. 1907, S. 1143.

<sup>4)</sup> Medizinskoje Obosrenie 1909, Nr. 12.

<sup>5)</sup> Med. Klinik 1908, S. 1651.

<sup>6)</sup> Monath. f. prakt. Dermatologie 1909, S. 159.

<sup>7)</sup> Deutsche med. Woch. 1909, S. 1785.

<sup>8)</sup> Mediz. Klinik 1910, S. 578.

<sup>9)</sup> Dermatolog. Woch. 1913, S. 272.

<sup>10)</sup> Deutsche med. Woch. 1910, S. 1694.

<sup>1)</sup> Münchener med. Woch. 1913, S. 637.

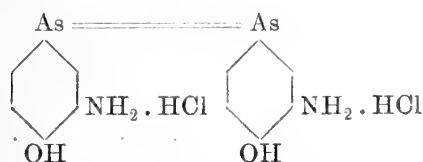
<sup>2)</sup> Münchener med. Woch. 1913, S. 1310.

<sup>3)</sup> Berl. klin. Woch. 1908, S. 2263.

<sup>4)</sup> Arch., f. Schiffs- u. Tropenhygiene 1909, Nr. 1.

vermochte das Arsenophenylglycin keineswegs das zu leisten, was man nach den Tierversuchen hätte erwarten können. Dazu stellten sich, wohl infolge zu hoher Dosierung, öfters ernstere Magenbeschwerden ein, sodaß das Präparat wieder aus dem Handel zurückgezogen wurde. Daß es aber, mit Vorsicht angewandt, ein wertvolles Mittel zur Bekämpfung mancher Krankheiten sein kann, lehren die neuesten Arbeiten von A. Neißer, der es mit ausgezeichnetem Erfolg und ohne irgendwelche unangenehmen Nebenwirkungen bei der Behandlung der Lues anwendet. Es ist wohl möglich, daß das Arsenophenylglycin doch noch zu Ehren gelangt wäre, wenn es nicht unterdessen der rastlosen Schaffenskraft Ehrlichs und seiner Mitarbeiter Bertheim, Benda u. a. gelungen wäre, etwas Besseres, das Salvarsan und seine Derivate zu schaffen. Diese Großtat des nun leider allzu früh verstorbenen Meisters und Schöpfers der Chemotherapie kann nicht hoch genug bewertet werden.

Das Salvarsan ist ebenfalls eine 3wertige Arsenverbindung, das 33'-Diamino-44'-dioxy-arsenobenzol der Formel:



Seine chemische Geschichte ist zur Genüge bekannt. Es kann hier auch nicht der Ort sein, eine ausführliche Beschreibung seines biologischen Verhaltens zu geben oder die außerordentlich große Literatur auch nur lückenhaft aufzuzählen<sup>1)</sup>, sondern ich muß mich auf einige kurze Hinweise beschränken.

Das größte Interesse und die meiste Anwendung hat das Salvarsan bei der Syphilistherapie gefunden. Das erklärt sich ohne weiteres durch die große Verbreitung und die schweren Folgen dieser Volksseuche. Und wenn das Salvarsan auch nicht den Ruf eines Allheilmittels beansprucht, so ist es gegenwärtig ohne Zweifel das Beste, was wir im Kampf mit der Syphilis besitzen. Speziell bei Primäraffekten, bei Abortivkuren leistet es Hervorragendes. Gennerich, Müller, Berger u. a. sahen bei Abortivkuren einen außerordentlich großen Prozentsatz von Heilungen, die beiden letzteren sogar 100 %<sup>2)</sup>. Viele andere Kliniker wissen über ähnliche Resultate zu berichten. Vorbedingung für solche Erfolge ist allerdings eine ausgiebige Salvarsankur, die nach einiger Zeit, wenn möglich, zu wiederholen ist. Meistens wird heute die Salvarsantherapie gleichzeitig mit einer Quecksilberkur verbunden, um die Spirillen zur selben Zeit mit zwei Waffen,

von zwei Seiten anzugreifen. Ehrlich selbst war von jeher ein Anhänger von kombinierter Therapie. Der Grundsatz der alten Medizin, der in den alten Rezepten evident zum Ausdruck kommt, nämlich eine Krankheit mit verschiedenen Mitteln zur selben Zeit zu bekämpfen, gewinnt heute wieder mehr und mehr Anhänger und Befürworter, und jedenfalls mit Recht, denn jeder Feind erliegt einem kombinierten Angriff leichter als einem einseitigen. — Es gibt allerdings auch Kliniker, die nur einer reinen Salvarsantherapie das Wort reden. Vor allem ist da Wechselmann zu nennen, der mit dieser Methode an einem überaus großen Krankenmaterial die schönsten Resultate erzielt.

Bei sekundärer und tertiärer Syphilis können die mittels der Salvarsantherapie erreichten Erfolge naturgemäß nicht ganz so glänzend sein wie bei Krankheitsfällen des primären Stadiums. Jedoch auch hier tritt meistens sehr rasche Besserung und klinische Ausheilung der Krankheit ein. Bei Tabes ist die rasch eintretende subjektive Besserung bemerkenswert; die Lähmungen, Gehör- und Sehstörungen usw. verschwinden meistens schon nach den ersten Salvarsaninjektionen und bleiben oft monatelang aus. Sehr oft rezidivieren diese Fälle, doch sind auch jahrelang anhaltende Besserungen bekannt. Die Paralyse endlich ist einer erfolgreichen Therapie noch schwerer zugänglich. Daß das Salvarsan aber auch hier öfters Besserungen erzielen kann, wurde von den verschiedensten Psychiatern bestätigt.

Wenn auch der Grundsatz der Therapia magna sterilisans mit dem Salvarsan bei der Syphilis nicht verwirklicht werden kann, so wurde er an anderen Krankheiten in um so schönerer Weise erzielt.

Die Framboesie, eine Hautkrankheit der Tropen, die in ihren Symptomen mit der Syphilis manche Ähnlichkeit aufzuweisen hat, wird durch eine einzige Salvarsaninjektion in wenigen Tagen dauernd geheilt. Was das volkswirtschaftlich für jene Länder bedeutet, geht aus folgendem hervor. Früher mußten die Framboesiekranken monatelang in Spitälern ärztlich behandelt werden; monatelang ging ihre Arbeitskraft für die Gesamtheit verloren, was bei der ungeheuren Verbreitung der Volksseuche schwer ins Gewicht fiel. Heute stehen viele dieser Spitäler leer, und der Tag läßt sich voraussehen, wo die Krankheit ganz ausgerottet sein wird. — Ulcus tropicum, eine andere durch Spirillen verursachte Hautkrankheit der Tropen, wird von Salvarsan nicht minder gut beeinflusst und oft schon durch eine einzige Injektion geheilt.

Das Rückfallfieber, eine Spirochätenkrankheit, die über die Erde, besonders wieder in tropischen Ländern, weit verbreitet ist und deren Symptome ein andauernd rezidivierendes Fieber sind, trotzte früher jeder Behandlungsweise. Das Salvarsan hat sich auch hier trefflich bewährt: eine einzige Injektion genügt, um die Spirillen

<sup>1)</sup> Ich verweise auf die von Ehrlich jährlich gesammelten Abhandlungen über Salvarsan.

<sup>2)</sup> Müller, Münch. med. Woch. 1913, Nr. 7. Berger, P. Ehrlich, Salvarsan III, Seite 50.

zum Verschwinden zu bringen und Rezidive mit Sicherheit auszuschließen.

Aus all diesen Beispielen geht hervor, daß das Salvarsan wirklich spezifisch auf Spirillen wirkt. Die angeführten Spirillenkrankheiten werden leicht durch dieses Arsenikale beeinflusst. Ihre Reihe ist damit aber noch nicht erschöpft. Eine hartnäckige Form der Angina, die Angina Plaut Vincenti, die durch eine Spirochäte verursacht wird, ist der Salvarsanbehandlung ebenfalls leicht zugänglich. Schon nach Pinselung der infizierten Mandeln und Schleimhäute mit Salvarsanlösungen tritt schnelle Besserung und Heilung ein. Auch die Hühnerspirillose, eine durch Zecken übertragbare und darum sehr ansteckende Hühnerkrankheit, wird schon durch eine äußerst geringe Salvarsandosierung gebrochen.

Bis zur Entdeckung des Salvarsans war das Chinin das souveräne und einzige Mittel zu einer erfolgreichen Therapie der Malaria. Man unterscheidet bekanntlich mehrere Formen von Malaria-Parasiten, die sogenannte Malaria tertiana, quartana und pernicioosa. Von diesen wird die erste Form von Salvarsan sehr günstig beeinflusst, während Malaria quartana und pernicioosa der Salvarsantherapie unzugänglich sind. Für die Praxis ist es besonders wichtig geworden, daß Tertianaformen, die chininfest sind, die also einer Chininbehandlung trotzen, durch Salvarsan bekämpft werden können. Und dabei besteht noch die Eigentümlichkeit, daß diese Fälle nach eingeleiteter Salvarsantherapie ihre Chininfestigkeit verlieren, als ob durch das Salvarsan ein chininfester Panzer durchbrochen und zerstört worden wäre. Diese Tatsache mag als Beispiel für die Kompliziertheit der biologischen Vorgänge dienen.

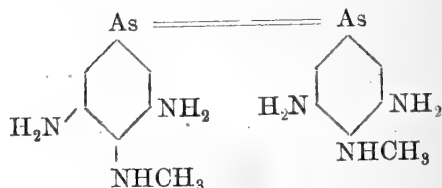
Zum Schluß will ich noch erwähnen, daß die Brustseuche der Pferde, eine der ansteckendsten und gefährlichsten Pferdekrankheiten, mit Salvarsan schnell geheilt werden kann. Wie wichtig diese Tatsache ist, zeigt z. B. der jetzige Krieg, wo Hunderte von Pferden auf diese Art gerettet und der Armee erhalten werden.

Das Salvarsan hat im Laufe der letzten Jahre neben sehr vielen Freunden auch manche Gegner gefunden, die manchmal auftretende unangenehme Begleiterscheinungen bei der Salvarsantherapie zu Recht oder Unrecht diesem in die Schuhe schieben. Ich kann mich hierüber nicht weiter auslassen, um so weniger, als es mit der größeren Erfahrung und Kenntnis in dieser neuen Therapie gelungen ist, schon manche der sogenannten Nebenwirkungen auszuschließen, und man wohl auch noch den Rest zu vermeiden lernen wird. —

Die Lösung des Salvarsans, die mittels einer genau abgemessenen Menge Natronlauge erfolgt, bereitet manchen Ärzten einige Schwierigkeiten. Deshalb wurden zwei andere Salvarsanpräparate, das Neosalvarsan und das Salvarsannatrium in die Therapie eingeführt. Das Neosalvarsan ist

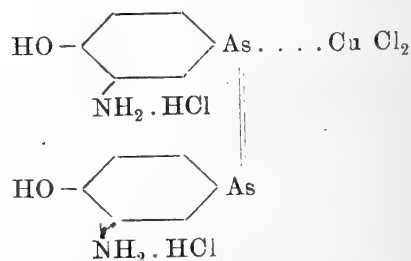
das Natriumsalz einer sogenannten Formaldehydsulfoxylatverbindung des Altsalvarsans, das erst seit kurzem im Handel befindliche Salvarsannatrium stellt das Biphenolat des Altsalvarsans vor. Beide liefern, in Wasser aufgelöst, direkt eine fertige Injektionslösung. Die Indikation der beiden Präparate ist dieselbe wie beim Altsalvarsan und ihre Wirkung ist die gleiche. Manche Kliniker schreiben ihnen eine noch bessere Verträglichkeit zu als dem Altsalvarsan.

Giemsa<sup>1)</sup> hat vor nicht langer Zeit eine neue Arsenverbindung, das Bismethylhexaminoarsenobenzol:



in die Therapie eingeführt. Dieses Präparat, das ähnliche Wirkung wie das Salvarsan besitzen soll, ist indessen am Menschen noch zu wenig erprobt, um darüber ein abschließendes Urteil abgeben zu können. Als besonders vorteilhaft wird die Eigenschaft des Präparates, eine haltbare Injektionslösung zu liefern, gerühmt.

In allerletzter Zeit wurden von Ehrlich und Karrer eigenartige komplexe Metalladditionsprodukte des Salvarsans hergestellt, von denen einzelne mit vielversprechendem Erfolg bei verschiedenen Krankheiten versucht werden. Das Kupfersalvarsan z. B. ist eine Verbindung, in der das Kupfer komplex an die Arsenogruppe des Salvarsans verankert ist und der die Konstitutionsformel



zukommt. Es wurde von Baermann<sup>2)</sup> bei Framboesie, von van den Branden<sup>3)</sup> bei Trypanosomiasis mit Erfolg angewandt. Diese Versuche sowie diejenigen bei Malaria, Lepra, Syphilis usw. sind noch nicht abgeschlossen.

Wir haben nun alle wichtigen Arsenverbindungen Revue passieren lassen und sind gewiß erstaunt über die Mannigfaltigkeit ihrer Wirkungen. Die Arsenverbindungen sind ein Schulbeispiel dafür, wie ein und dasselbe Gift, in verschiedene Form gebracht, seine Wirkungsweise verändern kann. Die richtige Form jeweiligen her-

<sup>1)</sup> Münch. med. Woch. 1913, S. 1074.

<sup>2)</sup> Münch. med. Woch. 1914, Bd. 61, S. 1.

<sup>3)</sup> Arch. f. Schiffs- u. Tropenhygiene, Bd. 17, S. 845; Bd. 18, S. 743.

auszufinden, das ist die Aufgabe der Chemotherapie. Es war früher ein Tasten im Dunkeln und nur ganz allmählich fallen einige Lichtstrahlen hinein und lassen sich bestimmte Gesetzmäßigkeiten und Naturgesetze erkennen.

## Adolf von Baeyers Arbeiten über die Harnsäuregruppe.

Von Prof. Dr. W. Dieckmann, München.

Baeyers Arbeiten über die Harnsäuregruppe bilden die glänzende Fortführung der von Wöhler und Liebig<sup>1)</sup> 1838 veröffentlichten grundlegenden „Untersuchungen über die Natur der Harnsäure“ und sind nur im Zusammenhang mit diesen voll zu würdigen und zu verstehen.

Wöhlers und Liebigs klassische Arbeit hatte die erste erfolgreiche chemische Bearbeitung der physiologisch so überaus wichtigen Harnsäure, die schon 1776 von Scheele entdeckt war, gebracht und eine Fülle von Abkömmlingen kennen gelehrt. Neben dem Allantoin, das durch Einwirkung von Bleisuperoxyd auf Harnsäure entsteht, waren durch Oxydation mit Salpetersäure Alloxantin, Alloxan und Parabansäure erhalten. Das Alloxan war durch Reduktion in Alloxantin und weiter in Dialursäure und umgekehrt die Dialursäure durch Oxydation wieder in Alloxantin und Alloxan übergeführt. Aus dem Alloxan war durch stärkere Oxydation mit Salpetersäure Parabansäure erhalten.

Weiter war beobachtet, daß Alloxan durch Einwirkung starker Basen unter Aufnahme von Wasser in Alloxansäure übergeht, und daß diese weiter gespalten wird unter Bildung von Mesoxalsäure. Aus dem Alloxantin war durch Einwirkung von Ammoniak oder Ammoniaksalzen Uramil gewonnen, das in Form seiner Verbindung mit schwefliger Säure (Thionursäure) auch aus Alloxan bei Einwirkung von schwefligsaurem Ammoniak entsteht und aus dieser durch Spaltung erhalten werden kann. Das Uramil war durch Oxydation mit Salpetersäure in Alloxan zurückverwandelt. Einer Untersuchung war schließlich das unter den verschiedensten Bedingungen bei Einwirkung von Ammoniak auf die Oxydationsprodukte der Harnsäure entstehende purpursaure Ammoniak (Murexid) unterzogen.

Alle diese Verbindungen waren von Wöhler und Liebig angesprochen als Derivate des hypothetischen Radikals Uril,  $C_5O_4N_4$ , als dessen Harnstoffverbindung die Harnsäure aufgefaßt wurde. Vom Alloxan, der Verbindung von Uril mit 2 Atomen Sauerstoff, waren Alloxantin und Dialursäure durch stufenweisen Austritt von Sauerstoff abgeleitet und ihnen das Uramil als Verbindung von Uril mit Ammoniak angereiht.

Bezüglich der Parabansäure war festgestellt, daß sie aus Alloxan unter Austritt von CO, das in

Form von Kohlensäure abgespalten wird, entsteht, unter der Einwirkung von Alkali analog dem Alloxan unter Wasseraufnahme in Oxalursäure übergeht und weiter in Harnstoff und Oxalsäure gespalten wird, und danach angenommen, daß sie als Verbindung von Harnstoff und Oxalsäure aufzufassen sei.

Als Baeyer sich den Arbeiten über die Harnsäuregruppe zuwandte, waren seit den Untersuchungen Wöhlers und Liebigs über 20 Jahre vergangen. In dieser Zeit war die Fülle des Materials durch eine Reihe neuer Verbindungen vermehrt, besonders durch eine Arbeit von A. Schlieper<sup>1)</sup>, einem Schüler von Liebig, die unter anderem die Leucotursäure, Hydurilsäure und Dilitursäure kennen gelehrt hätte. Auch die chemische Auffassung der von Wöhler und Liebig gewonnenen Harnsäurederivate hatte mit der Weiterbildung der Theorie Wandlungen erfahren. So hatte Gerhardt in seinem 1854 erschienenen „Lehrbuch der organischen Chemie“ das Alloxan als Mesoxalyl-

harnstoff  $N_2 \begin{matrix} CO \\ | \\ C_3O_3 \\ | \\ H_2 \end{matrix}$  der als Oxalylharnstoff auf-

gefaßten Parabansäure  $N_2 \begin{matrix} CO \\ | \\ C_2O_2 \\ | \\ H_2 \end{matrix}$  an die Seite ge-

stellt. Diese Auffassung war wohl für die Parabansäure, nicht aber für das Alloxan allgemein angenommen, vielmehr neigten manche Chemiker zu der Ansicht, daß das Alloxan als Dioxalylamid

$N_2 \begin{matrix} C_3O_3 \\ | \\ C_2O_2 \\ | \\ H_2 \end{matrix}$  anzusprechen und die von Wöhler und

Liebig bei der Spaltung des Alloxans beobachtete Bildung von Mesoxalsäure durch Umlagerung während der Spaltung zu erklären sei<sup>2)</sup>.

Hier greifen nun Baeyers Arbeiten mit bewundernswertem Erfolg ein und bringen im Verlauf weniger Jahre neben einer großen Reihe wichtiger neuer Verbindungen eine vollständige Klärung der chemischen Verhältnisse.

Den äußeren Anstoß zu diesen Arbeiten Baeyers über Harnsäurederivate gab, wie Baeyer in den vor zehn Jahren veröffentlichten „Erinnerungen aus meinem Leben“<sup>3)</sup> berichtet, eine zufällige Begegnung mit A. Schlieper (1858), der ihm eine Reihe von ihm dargestellter Harnsäurederivate zur Untersuchung überließ.

Gleich der erste Anlauf bringt Baeyer in einer mit Schlieper 1860 veröffentlichten Arbeit<sup>4)</sup> bis nahe an die Synthese der Harnsäure. Es gelingt ihm, was Wöhler und Liebig durch Anwendung von freier Cyansäure vergeblich versucht hatten, das Uramil durch Einwirkung von cyansaurem Kali in sein Harnstoffderivat überzuführen, das sich von der Harnsäure nur durch den Mehrgehalt

<sup>1)</sup> Annalen d. Chem. u. Pharm. 55, 251; 56, 1 (1845).

<sup>2)</sup> Vergl. dazu Kekulé, Lehrbuch der org. Chemie Bd. II, S. 100.

<sup>3)</sup> B.S. Werke I. XIII.

<sup>4)</sup> Bull. de l'acad. royale de Belgique [2] 9, Nr. 2 (1860) u. Baeyers Werke I, S. 57.

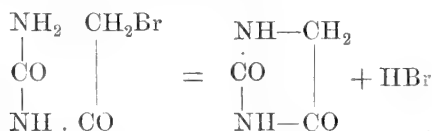
<sup>1)</sup> Annalen d. Chem. u. Pharm. 26, 241 (1838).



von einem Molekül Wasser unterscheidet und wegen seiner großen Ähnlichkeit mit Harnsäure Pseudoharnsäure benannt wird. Sogleich aufgenommene Versuche, die Pseudoharnsäure durch Abspaltung von Wasser in Harnsäure überzuführen, hatten keinen Erfolg, und auch die Konstitution der Pseudoharnsäure muß zunächst unaugeklärt bleiben, da die des Uramils noch unbekannt ist.

Der sich hier fühlbar machende Mangel an Einblick in den inneren Bau des Uramils erweckt den Wunsch, diesem Mangel abzuhefen.

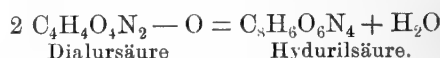
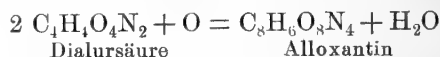
In diesem Bestreben wendet sich *Baeyer* zunächst der einfacher gebauten, aber weniger erforschten Parabansäurereihe zu und gelangt durch Einwirkung von Jodwasserstoff auf Allantoin zu einem neuen Derivat dieser Reihe, dem Hydantoin<sup>1)</sup>, das er bald darauf auch aus Alloxan durch Reduktion mit Jodwasserstoff gewinnt. Sogleich wird es als Reduktionsprodukt der Parabansäure erkannt und als Harnstoffderivat der Glycolsäure (Glycolylharnstoff) aufgefaßt. Geleitet von dieser Auffassung zeigt *Baeyer* einige Jahre darauf<sup>2)</sup>, daß sich das Hydantoin leicht und glatt durch Einwirkung von alkoholischem Ammoniak auf Bromacetylharnstoff gewinnen läßt.



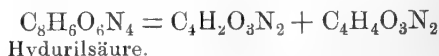
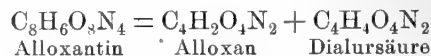
Damit ist die volle Bestätigung der Konstitutionsauffassung des Hydantoins erbracht und zugleich die erste vollständige Synthese auf dem Gebiet der Harnsäurederivate vollzogen.

Nun geht *Baeyer* an die Untersuchung der Hydurilsäure<sup>3)</sup>, die sich in kleiner Menge unter den ihm von *Schlieper* überlassenen Präparaten vorfindet, und gewinnt in ihr die Substanz, die für ihn der Schlüssel zur vollen Aufklärung der Alloxanreihe werden sollte. *Schlieper* hatte die Hydurilsäure zufällig erhalten, als er das syrupöse Einwirkungsprodukt von Salpetersäure auf Harnsäure längere Zeit auf dem heißen Sandbad hatte stehen lassen, hatte sie aber später nicht wiedergewinnen können. In glücklicher Interpretation der Bedingungen, denen die Hydurilsäure bei dem Schlieperschen Versuch ihre Entstehung verdankte, kommt *Baeyer* auf den Gedanken, sie durch Erhitzen von Dialursäure mit Glycerin zu gewinnen. Der Versuch gelingt und so ist zugleich mit einer bequemen und sicheren Darstellungsmethode auch eine Deutung für den zu ihrer Bildung führenden chemischen Vorgang gefunden, die richtunggebend für die weiteren Untersuchungen wird. *Baeyer* erkennt sofort, daß die

Bildung von Hydurilsäure aus Dialursäure sich mit der des Alloxantins vergleichen lasse. „Wie nämlich bei der Entstehung von Alloxantin Sauerstoff aufgenommen wird, so wird bei der Entstehung von Hydurilsäure Sauerstoff abgegeben, beide Male unter Austritt von Wasser:



Die Zusammensetzung der Hydurilsäure und des Alloxantins unterscheidet sich also, wie man sieht, nur durch zwei Atome Sauerstoff, die jene Substanz weniger enthält, und man kann dieselbe vielleicht auch als eine Addition eines Alloxans und einer Dialursäure betrachten:



Diese letzteren Körper würden einer Reihe angehören, die der Alloxanreihe parallel läuft, aber ein Atom Sauerstoff weniger enthält und also sich von dieser gerade ebenso unterscheidet wie die Hydantoin- von der Parabanreihe.“

Damit taucht das Analogon des Hydantoins, die später Barbitursäure genannte Muttersubstanz der Alloxanreihe, vor *Baeyers* chemischem Auge auf, und zugleich das Ziel, dem alle weiteren Versuche gelten. Die Hydurilsäure zeigt sich als „alloxantinartige“ Verbindung den verschiedensten Spaltungen zugänglich. Gegen reduzierende Mittel beständig, wird sie durch rauchende Salpetersäure zu Alloxan oxydiert und von Bromwasser in Alloxan und Alloxanbromid gespalten. Der Einwirkung gewöhnlicher Salpetersäure unterworfen, liefert sie neben Alloxan ein nach der Dauer der Einwirkung wechselndes Gemisch von drei Verbindungen: Violursäure, Violantin und Dilitursäure.

Das Violantin erweist sich als lose Doppelverbindung von Violursäure und Dilitursäure und wird dem Alloxantin an die Seite gestellt.

Die Violursäure,  $\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_3\text{N}_2(\text{NO})$ , die ihren Namen auf Grund der intensiv blauen bis roten Färbung ihrer Salze erhält und frei von Dilitursäure aus Hydurilsäure durch Einwirkung von salpetrigsaurem Kali entsteht, geht durch Oxydation mit Salpetersäure in die um ein Sauerstoffatom reichere Dilitursäure,  $\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_3\text{N}_2(\text{NO}_2)$ , über.

Beide Säuren — Violursäure und Dilitursäure — liefern nun bei der Reduktion Uramil  $\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_3\text{N}_2 \cdot \text{NH}_2$ ; sie sind also die dem Uramil entsprechenden Nitroso- resp. Nitroverbindungen. Durch Einwirkung von Bromwasser werden sie unter Ersatz der Nitroso- resp. Nitrogruppe und eines Wasserstoffatoms durch Brom übergeführt in das auch aus Hydurilsäure durch Einwirkung von Bromwasser entstehende Bromid  $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3\text{N}_2 \cdot \text{Br}_2$ , das sich mit Wasser in Bromwasserstoff und Alloxan spaltet und dadurch als Bromalloxan (Alloxanbromid) erweist.

<sup>1)</sup> Ann. Chem. Pharm. 117, 178 (1861) u. B.s Werke I, 62.

<sup>2)</sup> loc. cit. 130, 156 (1864) u. Werke I, 129.

<sup>3)</sup> Zeitschr. f. Chem. u. Pharm. 1862, 289, u. B.s Werke I, S. 65, u. XXXIX; vergl. a. Ber. 33, Sonderheft LI (1900).

Mit sicherem chemischen Gefühl spricht *Baeyer* schon jetzt alle diese Verbindungen als Substitutionsprodukte der noch unbekannten Substanz von der Formel  $C_4H_4O_3N_2$  an, die er mit dem Namen Barbitursäure belegt.

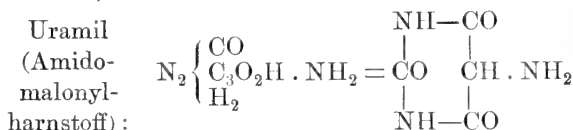
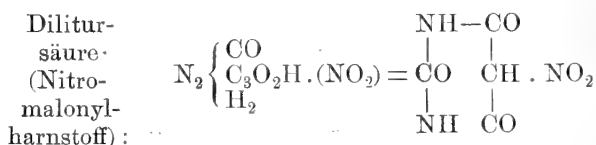
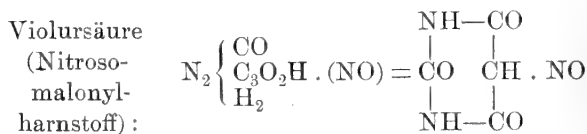
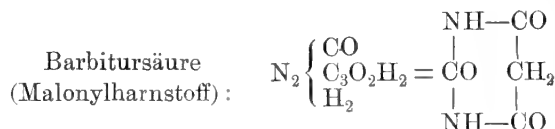
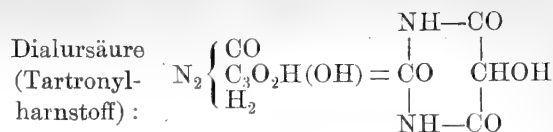
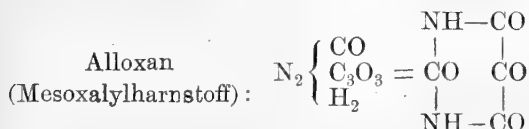
Schon die nächste Abhandlung<sup>1)</sup> berichtet von der Darstellung der Barbitursäure und erbringt den experimentellen Beweis für die theoretischen Schlußfolgerungen.

Energische Reduktion des Alloxanbromids liefert neben Hydurilsäure eine bromfreie Substanz von der Zusammensetzung  $C_4H_4O_3N_2$ , und diese ist durch einfache, durchsichtige Reaktionen — salpetrige Säure führt zu Violursäure, rauchende Salpetersäure zu Dilitursäure, Brom zu Alloxanbromid — in Alloxanderivate überführbar. In ihr liegt also die theoretisch als Mittelpunkt und Muttersubstanz der Alloxanreihe vorausgesagte Barbitursäure vor. Bei der Spaltung mit Alkali zerfällt sie in Harnstoff und Malonsäure — damit ist sie als „Amid der Kohlensäure und Malonsäure, d. h. Malonylharnstoff“ erwiesen. Alloxan und seine Derivate sind also substituierte Malonylharnstoffe und werden von *Baeyer* schon jetzt als Harnstoffderivate substituierter Malonsäuren erkannt.

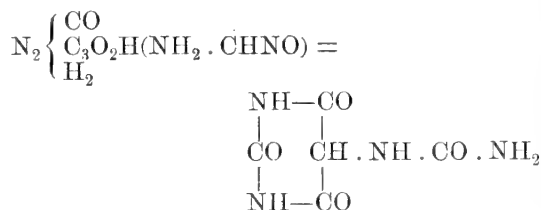
Ihre volle Beweiskraft gewinnen diese Schlußfolgerungen durch den in der folgenden Abhandlung<sup>2)</sup> geführten Nachweis, daß die Violursäure bei der Spaltung mit Alkali neben Harnstoff Nitrosomalonsäure liefert, die Nitrosogruppe also wirklich im Malonsäurerest enthält. Mit voller Sicherheit sind jetzt die Violursäure und zugleich die mit ihr durch einfache Reaktionen verknüpften anderen Glieder der Alloxanreihe als Harnstoffderivate substituierter Malonsäuren erwiesen.

Nun wird aus Nitrosomalonsäure durch Reduktion die Amidomalonsäure und aus dieser durch Oxydation mit Jod Mesoxalsäure dargestellt und so nochmals ein experimenteller Beweis für die Auffassung des Alloxans als Mesoxalylharnstoff erbracht. Und schließlich gelingt es auch<sup>3)</sup>, das Alloxan in glatter Reaktion in Harnstoff und Mesoxalsäure zu spalten und die Mesoxalsäure in reiner Form zu gewinnen. Damit ist die Beobachtung *Wöhlers* und *Liebigs* bestätigt, der direkte Beweis für die Konstitution des Alloxans erbracht und dem Bau der Schlußstein eingefügt.

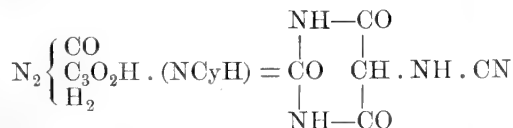
In eingehenden klaren Ausführungen wird dieses Ergebnis dargelegt und durch Formeln erläutert:



Mit der Konstitution des Uramils ist auch die der Pseudoharnsäure bestimmt als:



und von besonderem Interesse ist, daß *Baeyer* nun auch die Konstitution der Harnsäure selbst für geklärt ansieht<sup>4)</sup>. Auf Grund der erst Jahrzehnte später als unhaltbar erwiesenen Annahme, daß die Harnsäure nicht aus Pseudoharnsäure durch Wasserabspaltung erhalten werden könne, folgert er, daß Pseudoharnsäure zu Harnsäure im gleichen Verhältnis steht wie Harnstoff zu Cyanamid (das man auch nicht aus Harnstoff durch Wasserabspaltung erhalten könne), und erteilt der Harnsäure die Konstitution:



Der Alloxanreihe werden noch das Alloxantin und die Hydurilsäure als Biureide eingereiht. Die Aufklärung ihrer Konstitution freilich bietet Schwierigkeiten, deren Überwindung damals kaum gelingen konnte. Das Alloxantin, das heute als additionelle Verbindung von Alloxan und Dialursäure angesehen wird, faßt *Baeyer* auf als eine aus diesen Ureiden unter Abspaltung von Wasser

<sup>1)</sup> Ann. Chem. Pharm. 130, 129 (1864).

<sup>2)</sup> Ann. Chem. Pharm. 131, 291 (1864); B.s Werke I, 144.

<sup>3)</sup> *Baeyer* u. *Deichsel*, Journ. f. prakt. Chem. 93, 193 (1864); B.s Werke I, 152.

<sup>4)</sup> Ann. Chem. Pharm. 127, 235 (1863); B.s Werke I, 109.

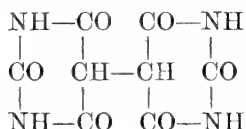
entstehende Verbindung. Die Hydurilsäure wird wegen ihrer leichten Spaltbarkeit in zwei Moleküle Monoureid dem Alloxantin an die Seite gestellt und als die unter Wasserabspaltung entstehende Verbindung von Dialursäure und Barbitursäure angesprochen. Wenn *Baeyer* zunächst als sicher annimmt, daß die Hydroxylgruppe der Dialursäure an der Wasserabspaltung teilnimmt, später aber die Auffassung der Hydurilsäure als Derivat des Dicyandiamidins als wahrscheinlich diskutiert<sup>1)</sup>, so zeigt das, mit welcher Unsicherheit die Konstitutionsbestimmung derartig komplizierter Verbindungen damals verbunden war.

*Baeyer* stellt nun der Alloxanreihe eine analoge Parabansäurereihe an die Seite und bringt für die Auffassung der Allantursäure als Glyoxalylharnstoff eine interessante Stütze in der Beobachtung, daß sie beim Kochen mit Barytwasser in Hydantoinensäure und Parabansäure gespalten wird, ebenso wie Glyoxylsäure unter gleichen Bedingungen in Glycolsäure und Oxalsäure zerfällt. Wie Parabansäure dem Alloxan, Allantursäure der Dialursäure, Hydantoin der Barbitursäure entsprechen, so wird die Leucotursäure als Analogon des Alloxantins und die Allitursäure als Analogon der Hydurilsäure aufgefaßt.

Damit ist das *Baeyers* Arbeiten vorschwebende Ziel erreicht und *Baeyer* hat sich an dem weiteren Ausbau der Harnsäurechemie nicht wieder beteiligt. Neue Probleme und andere Arbeitsgebiete ziehen sein Interesse auf sich, und anderen Forschern bleibt es vorbehalten, auf dem von *Baeyer* errichteten Fundament weiter zu bauen.

Aus der Fülle der späteren Errungenschaften seien hier nur einige, die in enger Beziehung zu *Baeyers* Arbeiten stehen, kurz hervorgehoben.

1879 lehrt *Grimaux*<sup>2)</sup> analog andern Ureiden die Barbitursäure aus Harnstoff und Malonsäure durch Einwirkung von Phosphoroxychlorid synthetisch gewinnen, und 1887 zeigt *Michael*<sup>3)</sup>, daß sich die gleiche Synthese auch unter der Einwirkung von Natriumalkoholat auf Harnstoff und Malonsäureester vollzieht. Durch Übertragung dieser Methoden auf alkylierte Harnstoffe und alkylierte Malonsäuren wird dann die ganze Reihe von N- und C-alkylierten Barbitursäuren der Synthese zugänglich. Auf analogem Wege ist 1907 von *Conrad*<sup>4)</sup> die für *Baeyers* Arbeiten so wichtige Hydurilsäure aus Harnstoff und Äthantetracarbonsäureester synthetisch erhalten und dadurch als Biureid dieser Säure von der Konstitution:



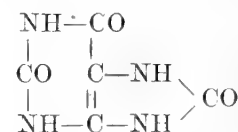
erwiesen.

In neuester Zeit hat dann die Frage nach der

Konstitution des Alloxantins nach mancherlei anderen Deutungen durch seine Auffassung als chinhydrontartige Verbindung von Alloxan und Dialursäure ihre Lösung gefunden<sup>1)</sup>.

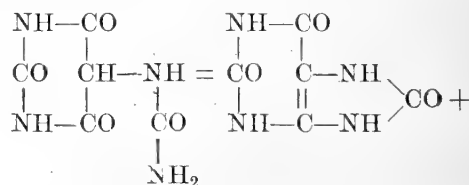
Die Gewinnung der Violursäure aus Alloxan und Hydroxylamin hat zusammen mit anderen Erfahrungen dazu geführt, die Violursäure und Nitrosomalonsäure als Isonitrosoverbindungen aufzufassen. Weiteren Einblick in die Konstitution ihrer intensiv gefärbten Salze haben in neuester Zeit die interessanten Arbeiten von *Hantzsch*<sup>2)</sup> über Chromoisomerie gegeben.

Das größte Interesse aber hat naturgemäß die Harnsäure selbst auf sich gezogen. Unter den zahlreichen für sie vorgeschlagenen Konstitutionsformeln hat sich allein die 1875 von *Medicus* aufgestellte Formel



als richtig erwiesen. Nachdem dann die Synthese der Harnsäure von *Horbaczewski* (1882) und *Behrend* und *Roosen* (1888) verwirklicht war, hat die Chemie der Harnsäure in den umfassenden und genialen Arbeiten *E. Fischers*<sup>3)</sup> ihre Krönung und ihren Abschluß gefunden. Durch diese Arbeiten ist nicht nur die Harnsäure selbst, sondern auch die große und wichtige Klasse der Xanthinderivate ihrer Konstitution nach vollständig aufgeklärt und der Synthese zugänglich gemacht.

Kann hier auch nicht im einzelnen ausgeführt werden, wie diese glänzenden Erfolge erreicht sind, so sei doch die wichtige Rolle hervorgehoben, die bei diesen Arbeiten der von *Baeyer* entdeckten Pseudoharnsäure zugefallen ist. In *Fischers* Händen erweist sich die schon von *Baeyer* angestrebte Überführung der Pseudoharnsäure in Harnsäure<sup>4)</sup> als außerordentlich einfache Reaktion, die sich beim Schmelzen mit Oxalsäure oder beim Kochen mit verdünnter Salzsäure leicht und glatt vollzieht:



Die Übertragung dieser Reaktion auf die Methylderivate der Pseudoharnsäure hat dann die ganze Reihe von methylierten Harnsäuren der Synthese und Konstitutionsbestimmung erschlossen und bildet ein wesentliches Glied in der Kette

<sup>1)</sup> Ann. 136, 279 (1865) u. B.s Werke I, 165.

<sup>2)</sup> Ann. chim. phys. [5] 17, 276 (1879).

<sup>3)</sup> Journ. f. prakt. Chemie 35, 456 (1887).

<sup>4)</sup> Liebigs Annalen 356, 24 (1907).

<sup>1)</sup> Piloty, Ann. 333, 22 (1904); s. a. Willstätter, Ber. 46, 1464 (Anm.) (1908).

<sup>2)</sup> Hantzsch Ber. 43, 82 (1910).

<sup>3)</sup> Vergl. Ber. 32, 435 (1899).

<sup>4)</sup> Ber. 28, 2473 (1896); 30, 559 (1898).

von Reaktionen, die *E. Fischer* zu dem glänzenden Ausbau der Harnsäurechemie geführt haben. So greifen *Baeyers* Arbeiten direkt ein in die abschließende Entwicklung der Harnsäurechemie, in deren Geschichte *Baeyers* Name immer an hervorragender Stelle genannt werden wird.

## Die Bedeutung der Baeyerschen Indigoarbeiten.

Von Prof. Dr. P. Friedlaender, Darmstadt.

Die Untersuchungen *A. von Baeyers* über das Indigblau und die damit zusammenhängenden Verbindungen erstrecken sich über einen Zeitraum von fast 20 Jahren. Sie begannen 1865 und erreichten einen gewissen Abschluß durch die Aufklärung der Konstitution dieses Farbstoffes und verschiedene Synthesen desselben (1883/1884).

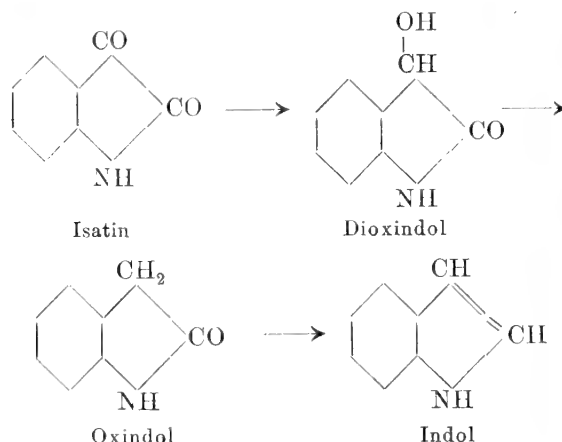
Was wir an diesen klassischen Arbeiten bewundern, ist nicht nur die Erreichung des Endziels, die Lösung der anfänglich gestellten Aufgabe, nicht das vorbildliche Geschick der subtilen experimentellen Kunst oder die divinatorische Sicherheit, mit der die richtigen Wege eingeschlagen, die zutreffenden theoretischen Anschauungen entwickelt wurden — wir bewundern noch mehr, wie aus der Bearbeitung eines anscheinend engbegrenzten Gebiets eine Fülle von allgemein anwendbaren Methoden und von theoretischen Vorstellungen erwachsen, die für die Entwicklung der gesamten organischen Chemie von nachhaltigstem Einfluß gewesen sind.

Schon der Beginn der Arbeiten trägt den Stempel dieser Großzügigkeit in hervorragendem Maße.

Trotz der Wichtigkeit des Farbstoffs und seiner leichten Zugänglichkeit lagen bis 1865 nur verhältnismäßig wenige Untersuchungen über ihn vor. Man kannte seine Zusammensetzung  $C_{16}H_{10}N_2O_2$ , wußte, daß er zu den sog. aromatischen Verbindungen gehörte, weil er bei der trockenen Destillation Anilin lieferte (*Unverdorben*, 1826), resp. bei vorsichtigerer Aufspaltung Anthranilsäure (*Fritzsche* 1841), ferner daß bei saurer Oxydation ein sauerstoffreicheres Spaltungsprodukt  $C_8H_5NO_2$ , das Isatin, entsteht (*Erdmann*, *Laurent* 1841).

An letztere Verbindung knüpfte *Baeyer* seine Untersuchungen an. Eine Erinnerung an seine Knabenjahre mochte dabei mitgewirkt haben. In einem Festvortrag der Deutschen Chemischen Gesellschaft (20. Oktober 1900) erzählt er: „Nie werde ich vergessen, mit welchem Entzücken ich ein Stück Indigo in der Hand hielt, das ich mir für ein zum dreizehnten Geburtstag geschenktes Zweitalerstück kaufte und mit welcher Andacht ich die Düfte des Orthonitrophenols einsog, als ich daraus nach einer *Wöhlers* Grundriß der organischen Chemie entnommenen Vorschrift das erste Isatin bereitete.“ Angeregt durch gewisse Ähnlichkeiten im Verhalten mit dem Alloxan der

Harnsäuregruppe, mit welcher er sich kurz vorher eingehend beschäftigt hatte, stellte er zunächst eine Reihe von Reduktionsprodukten her, deren nachstehende Formeln sehr bald durch Synthesen sichergestellt werden konnten.



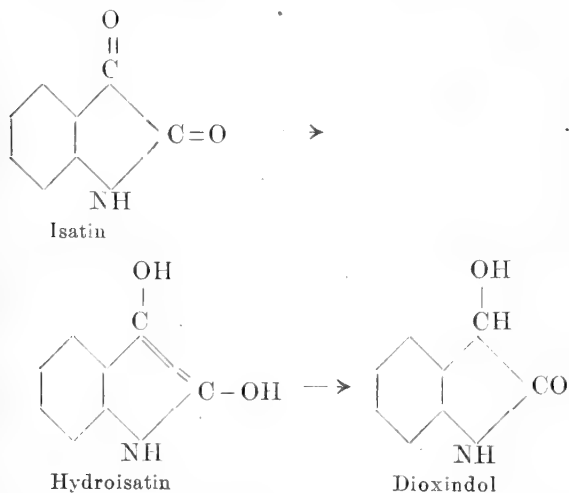
Von entscheidender Wichtigkeit war namentlich die erste dieser Synthesen, die des Oxindols, das durch (spontane) Wasserabspaltung und Ringbildung aus *o*-Aminophenylessigsäure erhalten wurde. Aus dieser zunächst isoliert dastehenden Beobachtung konnte sehr bald eine Reihe allgemein gültiger Sätze abgeleitet werden: Ringbildung ist mit großer Wahrscheinlichkeit stets dann zu erwarten, wenn in aromatischen Aminoderivaten mit *o*-ständiger Kohlenstoffkette das zweite oder das dritte Kohlenstoffatom in Form eines Alkohols, eines Aldehyds oder einer Carboxyl- oder Ketongruppe vorkommt, wobei im ersten Fall Verbindungen der Indolreihe, im zweiten solche der Chinolinreihe entstehen.

In der Folge hat diese Erkenntnis die reichsten experimentellen Früchte gezeitigt und ist der Leitsatz geworden für zahlreiche Synthesen der verschiedensten 5- und 6-gliedrigen Ringsysteme.

Aber die empirische Gesetzmäßigkeit, daß sich 5- und 6-gliedrige Ringe leicht, 3- und 4- sowie 7-, 8- und mehrgliedrige Ringe schwer bilden, mußte naturgemäß auch zu theoretischen Erklärungsversuchen anregen. Das Ergebnis waren die sterischen Vorstellungen über die Ablenkung der Anziehungsrichtungen der chemischen Affinitäten, worauf hier nur hingewiesen werden kann. Wie sich auch unsere Vorstellungen über die Natur der Valenzen weiter entwickeln werden, der Kern der Baeyerschen *Spannungstheorie* wird voraussichtlich immer zu Recht bestehen.

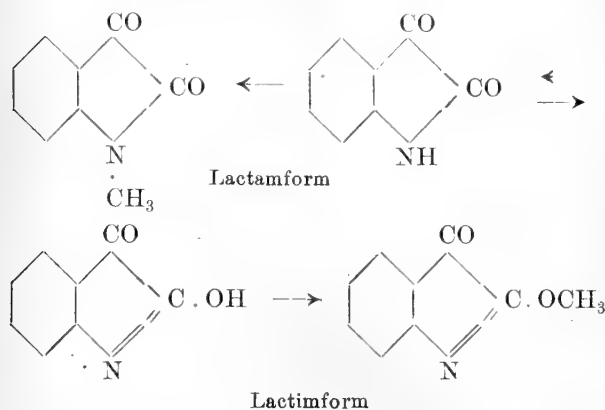
Auch für eine andere nicht weniger fruchtbare Theorie, die in ihrer Allgemeinheit erst später von *J. Thiele* ausgesprochen wurde, finden wir die Keime bereits bei einer experimentellen Untersuchung des Isatins entwickelt. Es konnte gezeigt werden, daß sich bei vorsichtiger Reduktion von Isatin zunächst eine leicht oxydable Verbindung, das Hydroisatin bildet, das erst weiterhin in Dioxindol übergeht. Eine Formulierung dieses

Vorgangs, der der Entstehung des Hydrochinons aus Chinon entspricht, ist nur möglich unter Annahme der Bildung einer neuen doppelten Kohlenstoffbindung, wenn man die Diketoformel der Chinone akzeptiert:



Eine Verallgemeinerung brachten später die Arbeiten *Thieles* über das Verhalten anderer sog. konjugierter Doppelbindungen, woraus sich die wichtigen Vorstellungen über die *Partialvalenzen* entwickelten.

Die Untersuchungen über die Esterderivate des Isatins lehrten ferner die eigenartigen, in der Folge auch an anderen analogen Verbindungen beobachteten Isomerierscheinungen kennen, die *Baeyer* als *Lactam-* und *Lactimisomerie* bezeichnete. Es gelang z. B., zwei isomere Ester I und II darzustellen, denen zwei in ihrer Stabilität offenbar sehr verschieden begünstigte Formen des Isatins selbst zugrunde liegen mußten:



Das Studium analoger Fälle hat bis in die letzte Zeit wichtige Aufschlüsse über die sog. Tautomerierscheinungen gebracht.

Konnten so aus dem experimentellen Material dieser ersten Indigoarbeiten für die theoretische Chemie die fruchtbarsten und anregendsten Anschauungen abgeleitet werden, so erfuhr die experimentelle Methodik eine kaum weniger nachhaltige Bereicherung.

Während für die Reduktion des Isatins bis zum Oxindol die bekannten Verfahren ausreichten, mußte nach zahlreichen ergebnislosen Bemühungen eine neue Darstellungsmethode ausgearbeitet werden, um vom Oxindol zum Indol zu gelangen, die *Destillation mit Zinkstaub*, die sich sehr bald als außerordentlich geeignet erwies, sauerstoffhaltige Verbindungen in ihre sauerstofffreien Muttersubstanzen umzuwandeln. So wurde bald darauf das Alizarin der Krappwurzel durch *Graebe* und *Liebermann* zu Anthrazen reduziert und damit die Basis für die erfolgreiche Synthese dieses wichtigen Pflanzenfarbstoffs gegeben.

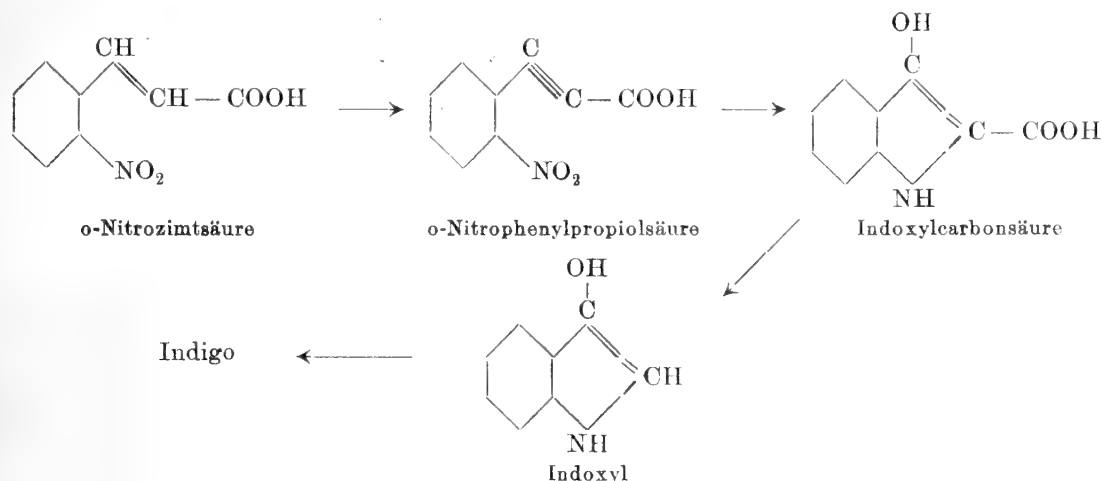
Auch das Reduktionsverfahren mit Natrium und Alkoholen wurde bei diesen Untersuchungen zum ersten Male angewendet. Beide Verfahren gehören seitdem zum eisernen Bestand unseres experimentellen Rüstzeugs und haben in zahllosen Fällen zum Resultat geführt, wo andere Reduktionsmethoden versagten.

Die Mühe, welche auf die Entdeckung des Indols verwendet werden mußte, wurde reichlich belohnt. Die interessante Verbindung erhielt in der Folge eine Wichtigkeit, die weit über den Rahmen der Indigochemie hinausging. Sie selbst und nahe verwandte Derivate fanden sich auf ganz heterogenen Gebieten, als Stoffwechselprodukte des tierischen Organismus, als ständige Komponenten wichtiger Eiweißkörper, als wirksamer Bestandteil wohlriechender Öle, im Steinkohlenteer usw. Das Indol und seine Abkömmlinge beanspruchen jetzt schon für sich allein eine sehr umfangreiche Literatur und riefen zahlreiche wichtige Synthesen hervor.

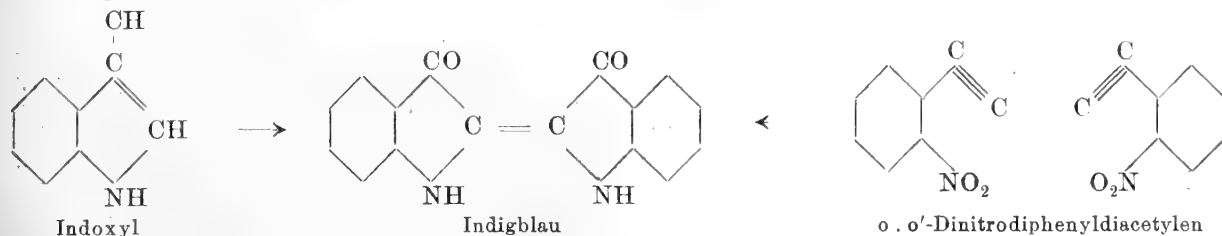
Eine Anzahl einfacherer Zersetzungsprodukte des Indigiblaus war durch diese Arbeiten in ihrer Konstitution aufgeklärt. Für den Farbstoff selbst lag zwar schon 1870 eine Synthese vor, als es *Baeyer* und *Emmerling* gelang, ihn aus Isatin durch phosphorhaltigen Dreifachchlorphosphor wieder zu regenerieren, aber auch nach der Verbesserung dieses Verfahrens (durch Isolierung des Isatinchlorids mittels Fünffachchlorphosphor) waren die Bildungsvorgänge nicht durchsichtig genug, um einwandfrei eine Formel für Indigo aufzustellen. Dieses Resultat wurde erst erreicht, als Ende der 70er Jahre den synthetischen Arbeiten auf diesem Gebiet ein neues Ausgangsmaterial zugrunde gelegt wurde, die *o-Nitrozimtsäure*. Maßgebend war hierfür die Überlegung, daß es gelingen müsse, den Stickstoff der  $\text{NO}_2$ -Gruppe mit dem zweiten Kohlenstoffatom der dreiatomigen Seitenkette der Zimtsäure zu vereinigen und so, ebenso wie aus *o-Nitrophenyllessigsäure* usw., zu Verbindungen der Indolreihe zu gelangen. Aus der überwältigenden Fülle von interessanten Verbindungen, die im Laufe der Untersuchungen von *Baeyer* erhalten wurden, seien hier nur die für die Indigokonstitution und -synthese entscheidenden hervorgehoben. Erhalten wurde Indigo zuerst aus *o-Nitrodibromzimtsäure*, glatter aus der daraus gewonnenen *o-Nitrophenylpropiol-*



säure mit milden alkalischen Reduktionsmitteln. Aufklärung in diese zunächst ohne Analogie dastehenden Vorgänge brachte die Reduktion des *o*-Nitrophenylpropionlsäureesters. Es gelang denselben zum Indoxylcarbonsäureester zu reduzieren, aus diesem nach der Verseifung Kohlensäure abzuspalten und damit zu dem (kurz vorher aus Harn erhaltenen) Indoxyl zu gelangen, dessen Konstitution feststand und das durch seinen glatten Übergang in Indigo unter Verlust von zwei Wasserstoffatomen (schon durch den Sauerstoff der Luft) und Verdoppelung des Moleküls später die technisch wichtigste Verbindung dieser Gruppe werden sollte:



Aber auch durch diese elegante Synthese war das Konstitutionsproblem noch nicht gelöst. In welcher Weise vereinigen sich zwei Indoxylmoleküle, welche von den 8 vorhandenen Wasserstoffatomen werden dabei eliminiert? Auch diese Frage, die zunächst in verschiedener Weise beantwortet werden konnte, wurde sehr bald (1883) von *Baeyer* einwandfrei erledigt. Die Synthese eines dem Indigo sehr ähnlichen Diäthylindigos ergab, daß in dem Farbstoff das an Stickstoff gebundene Wasserstoffatom noch vorhanden sein muß, weil es sich durch Äthyl ersetzen läßt. Es verschwindet daher bei der Indigobildung aus Indoxyl nicht. Das gleiche gilt für die 4 Wasserstoffatome des Benzolkerns, endlich konnte durch eine Indigosynthese aus *o*, *o*'-Dinitrodiphenyldiacetylen gezeigt werden, daß die Vereinigung zweier Indoxylmoleküle zu Indigo unter Bindung der nicht mit den Benzolkernen verbundenen Kohlenstoffatome zustande kommt, und als Endergebnis der Untersuchungen wurde die folgende Strukturformel aufgestellt

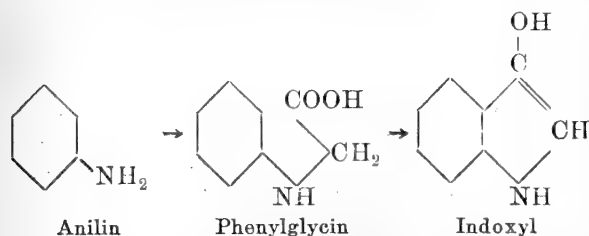


noch lange andauern.

Die wissenschaftlichen Arbeiten *Baeyers* konnten hier leider nur ganz flüchtig skizziert werden. Trotz der Bewunderung, die sie in der ganzen chemischen Welt erregten, hätten sie schwerlich dem Namen *Baeyer* die bestehende Popularität verschafft, wenn sich nicht praktische Konsequenzen an sie angeschlossen hätten, die in ihrer Handgreiflichkeit auch auf jeden Nichtchemiker Eindruck machen mußten. Die Möglichkeit eines ähnlichen Verlaufs, wie er nach der Aufklärung der Konstitution des Alizarins und dessen Synthese durch *Graebe* und *Liebermann* noch in frischer Erinnerung war, konnte beim Erscheinen der Publikationen *Baeyers* 1880 nicht von der Hand gewiesen werden. Die Spannung der beteiligten Kreise war daher auch eine große. Als ich 1881 *Baeyer* auf einer Reise nach Ludwigshafen begleitete, fand sich im Abteil ein Mitreisender, der sehr bald seinem lebhaften Verdruß Ausdruck gab, daß es ihm nicht gelungen sei, den berühmten Forscher haben interviewen zu können.

Er sei nur zu diesem Zweck aus Indien herübergekommen, um zu hören, ob das Schicksal seiner dortigen Indigoplantagen schon besiegelt sei. Die Befürchtung war verfrüht, aber die Annahme, daß auf das Ziel mit allen Kräften hingearbeitet werde, richtig. Im großen Publikum ist vermutlich die Ansicht verbreitet, daß sich *Baeyer* an diesen technischen Arbeiten aufs lebhafteste, evtl. auf Kosten seiner wissenschaftlichen, beteiligt hat. Das Gegenteil ist der Fall. Obwohl speziell die Farbenindustrie ihre größten Erfolge in erster Linie *Baeyer* und seiner Schule verdankt, läßt sich niemals auch nur eine Andeutung dafür finden, daß seine wissenschaftliche Tätigkeit durch technische Rücksichten irgendwie beeinflußt worden wäre. Er gab der Industrie stets nur Anregungen, stellte zwar die technischen Probleme, überließ aber ihre Lösung ausnahmslos anderen Kräften. Auch dies sein Vorgehen ist bisher glücklicherweise vorbildlich geblieben. Es entspricht in gleicher Weise der vornehmen Auffassung der rein wissenschaftlichen Tätigkeit, wie es im tiefsten Interesse der chemischen Industrie liegt. Eine Amerikanisierung der Wissenschaft würde sich früher oder später auch an der Industrie schwer rächen.

In welcher Weise diese die Ergebnisse der Baeyerschen Arbeiten zu verwerten verstanden hat, kann hier nur kurz ausgeführt werden. Zwei der Baeyerschen Indigosynthesen — die aus o-Nitrophenylpropionsäure sowie die Baeyer-Drewsenske aus o-Nitrobenzaldehyd und Aceton — hatten nur einen vorübergehenden und nicht durchschlagenden Erfolg. Derselbe stellte sich erst ein, als es *Heumann* gelang, eine der wichtigsten Baeyerschen Verbindungen, das *Indoxyl*, auf einem technisch wesentlich ausichtsreicheren und billigeren Wege zu gewinnen — durch Einwirkung gewisser wasserentziehender Mittel auf Phenylglycin resp. Phenylglycin-o-carbonsäure (aus Anilin resp. Anthranilsäure und Chloressigsäure)



wobei das wirksamste wasserentziehende Mittel erst 1901 (*Pfleger*) in dem Natriumamid gefunden wurde. Bereits einige Jahre vorher (1897) konnte die Badische Anilin- und Soda-Fabrik synthetischen Indigo nach dem Heumannschen Anthranilsäureverfahren auf den Markt bringen und es begann der Konkurrenzkampf mit dem Naturprodukt, dessen Ausgang wir jetzt erleben. Das ostindisch-englische Monopol ist gebrochen;  $\frac{5}{8}$  der Plantagen Ostindiens im Ausmaß von ca.  $\frac{1}{2}$  Million Hektar mußten aufgegeben werden; die Ausfuhr Ostindiens sank von 70—80 Millionen Mark

(1895) auf 1,5 Millionen (1914). Demgegenüber exportieren wir jetzt aus Deutschland an synthetischem Indigo für ca. 50 Millionen Mark und erhöhen den Nationalreichtum um Hunderte von Millionen jährlich.

Charakteristisch für die technische Seite der Baeyerschen Indigochemie ist dasselbe Moment, das schon für die wissenschaftliche hervorgehoben werden konnte. Die Lösung des gestellten Problems hat auch hier weit über den Rahmen der eigentlichen Aufgabe fruchtbringend auf die Entwicklung der ganzen chemischen Industrie gewirkt und Anregungen gegeben, die ganz anderen Gebieten der organischen wie der anorganischen Industrie zugute kamen. Auch hier ein lebhaftes Ausbauen und Weiterbauen auf gegebener Grundlage. Möge es dem allverehrten Meister beschieden sein, das weitere Reifen der Früchte seiner Saat mit Genugtuung zu verfolgen und wünschen wir uns, daß auch wir in Zukunft in der Lage und imstande sein werden, in seinem Sinne weiterzuarbeiten, nach dem Vorbild seiner Indigoarbeit — aere perennius.

## Die Phthaleine.

Von Geh.-Rat Prof. Dr. Richard Meyer,  
Braunschweig.

„In der Regel habe ich einen Versuch nicht angestellt, um zu sehen, ob ich recht hatte, sondern weil der Körper und das Verhalten der Körper an und für sich mich interessierte. Daher rührt auch meine Gleichgültigkeit gegen eine bestimmte Theorie.“

*Baeyer.*

In der Sitzung der Deutschen Chemischen Gesellschaft vom 8. Mai 1871 machte *Adolf Baeyer* eine kurze Mitteilung, welche er durch einen einfachen Reagenzglasversuch erläuterte. Er erhitzte Pyrogallol mit Phthalsäureanhydrid, wobei sich die anfangs farblose Schmelze tief rot färbte. Die Ursache war die Bildung eines Farbstoffes, dem der Entdecker den Namen *Gallein* erteilte. In seinen Eigenschaften zeigte er eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit den Farbstoffen des Blau- und Rotholzes, deren ersterer, wie schon damals bekannt war, in der Kalischmelze Pyrogallol liefert. — Einen Monat darauf konnte *Baeyer* schon die Überführung des *Galleins* in *Cörulein* und die Entdeckung des *Fluoresceins* melden; am 10. Juli die des *Phenolphthaleins*.

*Baeyer* glaubte zuerst, daß bei der Bildung des *Galleins* die Phthalsäure bzw. deren Anhydrid nur wasserabspaltend wirkt. Bald überzeugte er sich aber, daß dem nicht so sei, und daß die Phthalsäure selbst in das Molekül eintritt. Da einerseits alle Phenole und andererseits eine große Reihe organischer Säuren dasselbe Verhalten zueinander zeigten, so ergab sich für das neu erschlossene Gebiet eine fast unbegrenzte Ausdehnung. In der Tat wurde sogleich eine ganze Anzahl weiterer

Phthaleine aufgefunden, und zugleich für Phenolphthalein, Fluorescein und Gallein die wahre Elementarzusammensetzung festgestellt. Die Bildung des Phenolphthaleins verglich *Baeyer* damals mit der des Sulfobenzids aus Benzol und Schwefelsäureanhydrid.

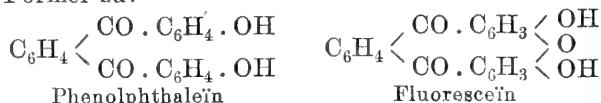
Hydrochinon lieferte mit Phthalsäureanhydrid *Hydrochinonphthalein*. Wie *F. Grimm* beim näheren Studium der Reaktion gefunden hat, entsteht dabei untergeordnet ein dem Alizarin isomeres Dioxyanthrachinon, welches den Namen *Chinizarin* erhielt. Während bei der Bildung der Phthaleine 1 Mol. Phthalsäure in 2 Mol. Phenol eingreift, bildet sich Chinizarin durch Kondensation gleicher Moleküle Phthalsäure und Hydrochinon. Die Reaktion ließ sich auch auf andere Phenole ausdehnen: gemeinsam mit *H. Caro* erhielt *Baeyer* aus Phthalsäure und Phenol 1- und 2-Oxyanthrachinon, aus Brenzkatechin *Alizarin*. Aus Resorcin und Pyrogallol konnten dagegen keine Anthrachinonderivate erhalten werden.

Obwohl die Phthaleine einen mehr oder weniger ausgesprochenen Farbstoffcharakter haben, konnte man doch zunächst, in Rücksicht auf ihre hohen Herstellungskosten, nicht an eine technische Verwendung denken. Erst als *Caro* das Tetrabromfluorescein darstellte und es als einen roten Farbstoff von ganz seltener Schönheit erkannte, änderte sich das, und im Sommer 1874 brachte die *Badische Anilin- und Soda-Fabrik* das Kaliumsalz dieses Körpers unter dem Namen *Eosin* in den Handel. Das Eosin dient in erster Linie der Wollen- und Seidenfärberei. Später traten noch andere, besonders chlorierte und jodierte Derivate des Fluoresceins hinzu, und im Jahre 1887 schlossen sich die von *M. Ceresole* entdeckten *Rhodamine* an, welche als feurig rote Farbstoffe von basischem Charakter auch der Baumwollfärberei zugute kamen. *Gallein* und *Cörulein* haben als violette und grüne Beizenfarbstoffe von großer Echtheit besonders im Kattundruck Verwendung gefunden. — Allgemein bekannt ist ferner die Benutzung der Eosine als mikroskopische Färbemittel und photographische Sensibilisatoren.

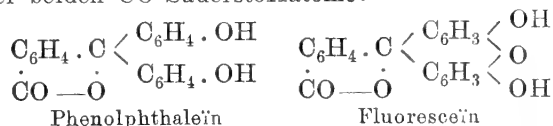
Von den Eigenschaften der Phthaleine sei hier nur kurz folgendes erwähnt: Phenol- und Hydrochinonphthalein sind an sich farblos, lösen sich aber in Alkali mit intensiv roter bzw. violetter Farbe; hierauf beruht die Anwendung des ersteren als Titer-Indikator. Fluorescein ist gelbrot, ebenso seine Alkalisalze; sie sind durch die grüne Fluoreszenz ihrer Lösungen ausgezeichnet, welche auch bei außerordentlich starker Verdünnung in sehr charakteristischer Weise hervortritt. Gallein ist braunviolett und löst sich in Alkali mit prachtvoll blauer Farbe. — Alle Phthaleine werden durch alkalische Hydrierung in die um 2 Wasserstoffatome reicheren, farblosen *Phthaline* übergeführt. — Phenolphthalin wird durch konz. Schwefelsäure in ein Anthracenderivat, das *Phthalidin*, verwandelt, welches durch die grüne Fluoreszenz seiner ätherischen Lösung ausgezeichnet ist. Auch

das aus dem Gallein durch Erhitzen mit Schwefelsäure entstehende *Cörulein* gehört der Anthracengruppe an. — Mit starken Säuren bilden die Phthaleine rote, durch Wasser zersetzbare Additionsprodukte.

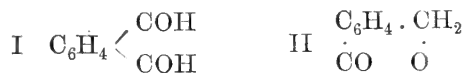
Recht viel Arbeit hat es gekostet, die *Konstitution der Phthaleine* zu ermitteln. *Baeyer* schrieb ihnen zuerst eine symmetrische Diketon-Formel zu:



Diese Formeln befriedigten ihn zwar nicht ganz, weil sie dem Farbstoffcharakter der Phthaleine keine Rechnung trugen, er ersetzte sie aber nicht gleich durch andere. Die erste Tatsache, welche sich mit der Ketonformel kaum vereinbaren ließ, war die im Winter 1876—77 gemachte Beobachtung, daß Phenolphthalein durch Kalischmelze in Benzoësäure und Dioxybenzophenon zerfällt. Hielt man an der Ketonformel fest, so konnte die Bildung des Dioxybenzophenons nur unter Wanderung eines Phenolrestes erfolgen. Ganz von selbst ergab sie sich aber, wenn man annahm, daß bei der Bildung der Phthaleine nicht der Anhydridsauerstoff des Phthalsäureanhydrids gegen die Phenolreste ausgetauscht wird, sondern eins der beiden CO-Sauerstoffatome:



Fast blitzartig wurde diese Frage beleuchtet durch die von *Hessert* in *Baeyers* Laboratorium gemachte Beobachtung, daß der durch Reduktion von Phthalylchlorid entstehende „*Phthalaldehyd*“ in Wahrheit gar kein Aldehyd, I ist, sondern ein Laktone, „*Phthalid*“, II:



Dies führte zu der Vermutung, daß dem Chlorid der Phthalsäure nicht die ihm bis dahin zugeschriebene symmetrische Formel III zukommt, sondern die unsymmetrische Formel IV:

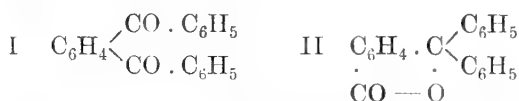


Weitere Untersuchungen ließen das Phthalylchlorid als einen tautomeren Körper erkennen, der bald im Sinne der einen, bald in dem der anderen Formel reagiert, und vor einigen Jahren ist es *Erwin Ott* gelungen, das gewöhnliche, symmetrische Chlorid in die zweite, unsymmetrische Form überzuführen, welche sich aber schon durch Destillation in die symmetrische Form zurückverwandelt.

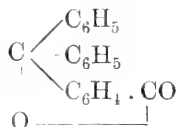
Vergleicht man die Formel des Phthalids mit der unsymmetrischen des Phenolphthaleins, so erscheint letzteres als ein *Dioxydiphenylphthalid*.

Versuche, diesen Zusammenhang experimentell nachzuweisen, hatten nur einen teilweisen Erfolg. „Während des ganzen Verlaufs der Untersuchung — so schrieb *Baeyer* im Jahre 1880 — hatte mich die Überzeugung nicht verlassen, daß sich alle Schwierigkeiten mit Leichtigkeit beseitigen lassen würden, wenn es gelingen sollte, das Phthalein des Benzols darzustellen, d. h. den Körper, der aus Benzol nach demselben Gesetze gebildet wird, wie das Phthalein des Phenols aus dem Phenol. Zahlreiche Versuche wurden zu diesem Zwecke angestellt, aber alle ohne Erfolg, und es gelang erst *Friedel* und *Crafts* vermittels ihrer neu aufgefundenen Chloraluminium-Methode, die so lange gesuchte Substanz durch Einwirkung von Aluminiumchlorid auf ein Gemisch von Benzol und Phthalylchlorür darzustellen.“

*Friedel* und *Crafts* hatten dem Körper die Formel I gegeben und ihn *Phthalophenon* genannt; *Baeyer* bewies aber, daß er ein *Diphenylphthalid*, II ist:

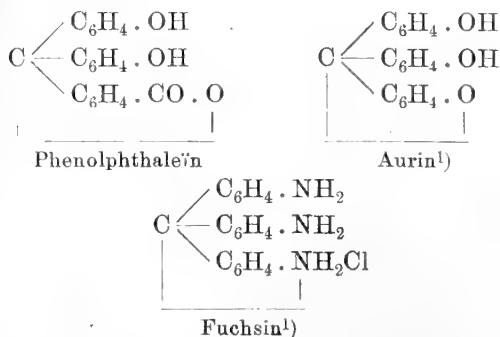


welches als inneres Anhydrid der Orthocarbonsäure des Triphenylcarbinols aufgefaßt werden konnte:



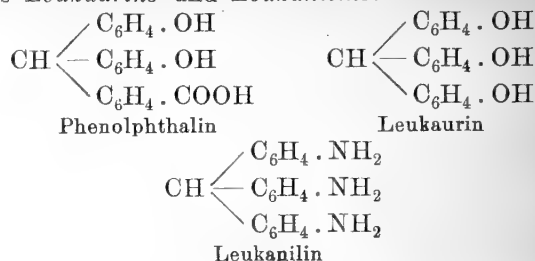
In der Tat gelang es ihm, den *Friedel-Craftsschen* Körper zu *Triphenylmethan* abzubauen, womit die Frage im Sinne der Formel II entschieden war.

Andererseits führte er das *Diphenylphthalid* durch Nitrieren, Amidieren und Diazotieren in ein *Dioxydiphenylphthalid* über, welches sich als identisch mit *Phenolphthalein* erwies. Für dieses war damit die unsymmetrische Formel endgültig bewiesen. Es trat damit an die Seite des *Aurins* und *Fuchsin*:



eine Verwandtschaft, welche in der intensiven Färbung der Phthaleinsalze zum sichtbaren Ausdruck kommt. Ebenso entspricht die Reduktion des Phthaleins zu dem auch in Alkali farblos lös-

lichen *Phthalin* dem Vorgang bei der Entstehung des *Leukaurins* und *Leukanilins*:

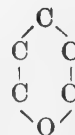


Auch geben alle 3 Körper beim Schmelzen mit Kali bzw. Erhitzen mit Wasser dasselbe Dioxybenzophenon.

Die Frage nach der Stellung der Hydroxyle gegen den Kohlenstoff des Methans war zunächst noch nicht direkt festgestellt. Indessen schloß *Baeyer* aus dem Umstande, daß Phenole, in denen die Parastellung besetzt ist, kein Phthalein, sondern ein *Phthaleinanhydrid* liefern, daß die Hydroxyle in der Parastellung stehen. „Das Zerfallen des Phenolphthaleins in Benzoësäure und Dioxybenzophenon beim Schmelzen mit Kali ist eine ganz glatte Reaktion und wird daher gestatten, diese Frage zu beantworten, sobald die Konstitution des betreffenden Dioxybenzophenons definitiv festgestellt sein wird.“ — Diese Feststellung erfolgte schon im nächsten Jahre (1881) durch *M. Bösl*, welcher in *Baeyers* Laboratorium die p-Stellung bewies. Daraus ergab sich diese Stellung auch für die Hydroxyle des Phenolphthaleins.

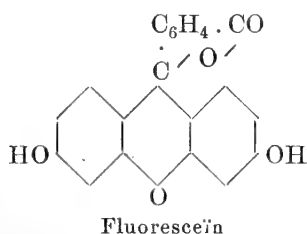
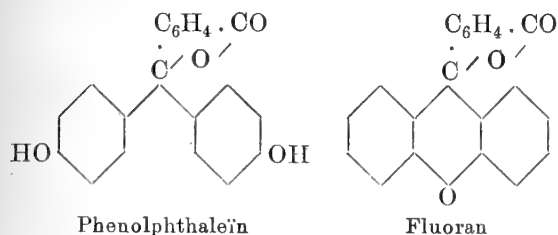
Über das *Fluorescein* hat *Baeyer* bereits im Jahre 1876 ausführlich berichtet. Zahlreiche Derivate wurden dargestellt und die Spaltungen eingehend studiert, welche die oben angegebene Formel sicherstellten. Danach ist *Fluorescein* ein inneres Anhydrid des Resorcinphthaleins. An der Untersuchung beteiligte sich *Emil Fischer*, welcher auch das *Orcinphthalein* darstellte. Die Resultate seiner Arbeiten auf diesem Gebiete bildeten den Gegenstand seiner Inaugural-Disser-tation.

Über die Stellung der Hydroxylgruppen im *Fluorescein* hatte *Edm. Knecht* die Ansicht ausgesprochen, daß die Phthalsäure in die dritte noch freie Metastellung der beiden Resorcin-Moleküle eingreift, und auch *Baeyer* hatte sich dieser Auffassung angeschlossen. In Wahrheit verläuft aber die Kondensation, wie *Richard Meyer* gezeigt hat, nicht in diesem Sinne, sondern der Phthalsäurerest tritt zu einem der beiden Hydroxyle — ebenso wie bei der Bildung des Phenolphthaleins — in Para-, zum anderen in Orthostellung. Zwischen den beiden orthoständigen Hydroxylgruppen findet dann Wasserabspaltung statt, wodurch der aus 5 Kohlenstoff- und einem Sauerstoffatom bestehende *Pyronring*



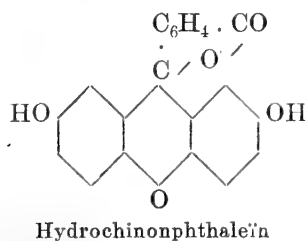
<sup>1)</sup> Die Formulierung ist die damals übliche.

gebildet wird. Das von *Baeyer* als Nebenprodukt der Phenolphthalein-Schmelze aufgefundene „Phenolphthaleinanhydrid“ verdankt gleichfalls einer Orthokondensation seinen Ursprung und wurde als Muttersubstanz des Fluoresceins erkannt: Fluorescein konnte zu Phenolphthaleinhydrid und dieses weiter zu *Xanthon* abgebaut werden. Das Phenolphthaleinanhydrid erhielt den Namen *Fluoran*, und die Konstitution dieser Körper, mit Einschluß des Phenolphthaleins, fand ihren Ausdruck in folgenden Formeln:

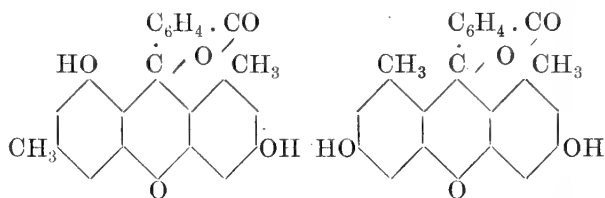
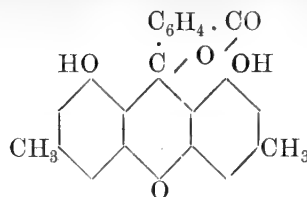


Da Fluoran und Fluorescein fluoreszierende Lösungen bilden, Phenolphthalein aber nicht, so wurde der in den beiden ersten enthaltene Pyronring als Träger der Fluoreszenz erkannt.

Ferner gelang es *R. Meyer* auf demselben Wege, welcher *Baeyer* vom Diphenylphthalid zum Phenolphthalein geführt hatte, aus Fluoran *Hydrochinonphthalein* zu gewinnen, wodurch für dieses die Konstitution eines, dem Fluorescein isomeren Dioxyfluorans sicher festgestellt wurde:



Besondere Verhältnisse treten auf bei der Kondensation von Phthalsäureanhydrid mit Orcin. Das von *E. Fischer* dargestellte Orcinphthalein löst sich in Alkali mit karminroter Farbe und ohne Fluoreszenz. Das war auffallend, weil Orcin dem Resorcin homolog und sonst in vieler Hinsicht ähnlich ist. Eine eingehende Untersuchung durch *R. und H. Meyer* hat hierüber Klarheit gebracht: Das Orcinphthalein von *E. Fischer* ist das Hauptprodukt der Kondensation, daneben aber entstehen zwei Isomere, deren eines offenbar das wahre Homologe des Fluoresceins ist und sich wie dieses mit grüner Fluoreszenz in Alkali löst. Die drei Verbindungen entsprechen den Formeln:

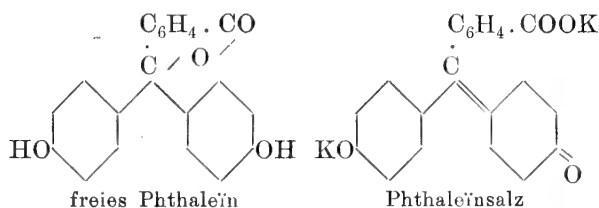


Die dritte kommt zweifellos dem wahren Homo-fluorescein zu. Die Konstitution der beiden Isomeren ist später von *Baeyer* festgestellt worden.

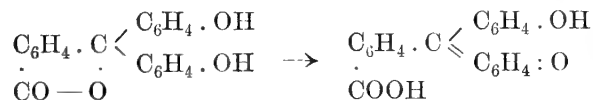
Daß Resorcin mit Phthalsäureanhydrid, im Gegensatz zum Orcin, nur ein Dioxyfluoran liefert, hat vermutlich stereochemische Ursachen.

Ebenso wie die beiden isomeren Orcinphthaleine, so zeigt auch Hydrochinonphthalein in Alkalilösung keine Fluoreszenz. Das ist sehr auffallend, weil alle drei Verbindungen den Pyronring enthalten. Es beweist, daß die Fluoreszenz, welche zunächst durch die Anwesenheit der „fluorophoren Gruppe“ verursacht wird, durch Substitution und Isomerie sehr stark beeinflusst wird und unter Umständen ganz aufgehoben werden kann.

Im Dezember 1892 stellte *A. Bernthsen* eingehende Betrachtungen über die Konstitution der Phthaleine und ihrer Salze an. Ausgehend von den Rhodaminen und Fluoresceinen vertrat er die Ansicht, daß die intensive Färbung der Phenolphthaleinsalze gegenüber der Farblosigkeit des freien Phthaleins auf eine verschiedene Konstitution beider hinweise, und daß den Salzen chinoide Struktur zukomme:



Nach dieser Auffassung geht der Salzbildung eine *desmotrope Umlagerung* der *laktoiden* in die *chinoide* Form voraus:



und das freie Phthalein erscheint, im Sinne der später von *Hantzsch* eingeführten Bezeichnung, als *Pseudosäure*.

Diese Anschauungsweise stimmte mit der schon damals ziemlich allgemein verbreiteten Ansicht, daß ausgesprochene Färbung organischer Verbindungen

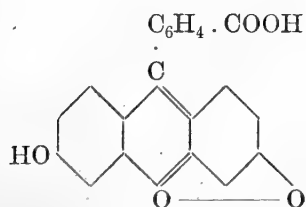




und im ultravioletten Teile des Spektrums. In der Meinung, daß die Salze des Fluoresceins chinoid, die der meisten anderen Phthaleine dagegen laktoid konstituiert seien, war er auf einen ganz besonderen Verlauf der Spektralkurve beim Fluorescein gefaßt. Diese Erwartung hat sich aber nicht bestätigt. Vielmehr zeigte sich, daß die großen Unterschiede im Verhalten des Fluoresceins gegenüber dem der andern Phthaleine nicht prinzipieller, sondern gradueller Natur sind.

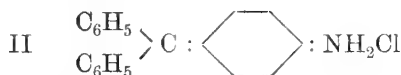
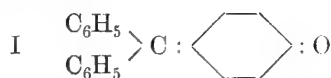
Damit konnte die langjährige Diskussion über die Konstitution der Phthaleinsalze als geschlossen gelten, und zwar im Sinne der chinoiden Formeln. Die besondere Frage nach der Natur der Hydrochinonphthalein-Salze war aber dadurch noch nicht beantwortet.

Die Tatsache, daß bei der Alkylierung der Phenol- und Hydrochinonphthalein-Salze niemals chinoid, sondern stets laktoid Äther entstehen, konnte vielleicht durch die große Neigung der ersteren zur Umlagerung in die laktoid Form erklärt werden. Näher liegt aber wohl die Annahme, daß die alkalische Phthaleinlösung, neben überwiegend vorhandenem chinoiden Salz, auch eine gewisse, vielleicht sehr kleine Menge des laktoiden Salzes enthält, daß beide sich ineinander umwandeln können und sich innerhalb der Lösung im Gleichgewicht befinden. Es würden sich dann zunächst aus dem laktoiden Salz die beständigen laktoiden Äther bilden; da hierdurch das laktoid Salz verschwindet, so muß sich nach dem Massenwirkungsgesetz aus dem chinoiden von neuem laktoides Salz bilden, welches wieder alkyliert wird, und so fort, bis der Prozeß sein Ende erreicht hat. — So finden wohl auch Versuche über die Einwirkung von Diazoniumverbindungen auf Phthaleinsalze ihre Erklärung, welche kürzlich von B. Oddo wieder für die laktoid Auffassung geltend gemacht wurden. Es sei aber noch erwähnt, daß in jüngster Zeit F. Kehrman dem Fluorescein eine orthochinoide Konstitution zugeschrieben hat:

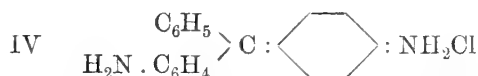
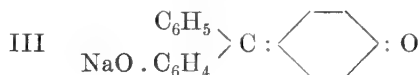


In den Jahren 1907 und 1910 veröffentlichte Baeyer zwei große Abhandlungen über die Abkömmlinge des Triphenylcarbinols, in denen auch die Phthaleine theoretisch und experimentell eingehend behandelt sind. In der ersten Abhandlung erörtert er die bekannte Tatsache, daß von den hydroxylierten und amidierten Triphenylmethanen nur diejenigen bei der Oxydation wirkliche Farbstoffe liefern, welche mindestens in zwei Benzolkernen je eine OH- oder NH<sub>2</sub>-Gruppe in

Parastellung zum Methankohlenstoff enthalten. Er weist darauf hin, daß Fuchson, I und Fuchsonimoniumchlorid, II



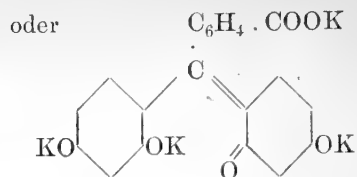
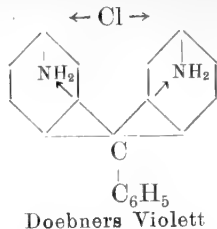
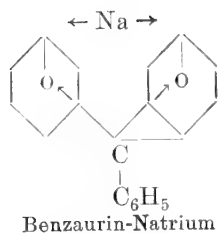
nur orange gefärbt sind und nicht zu den eigentlichen Anilinfarbstoffen gerechnet werden können. Ihre Spektren haben nichts Charakteristisches, während z. B. Benzaurin-Natrium, III und das Doebnersche Violett, IV



einen schmalen, nach beiden Seiten scharf begrenzten Balken zwischen Gelb und Grün zeigen.

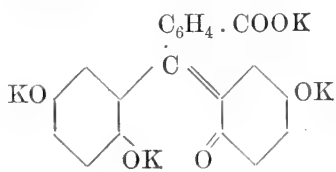
Dieser Sachverhalt wurde im allgemeinen so aufgefaßt, daß die chinoiden Struktur des Moleküls allein nur eine verhältnismäßig schwache, meist gelbe Färbung bedingt, und daß erst durch Hinzutritt einer oder mehrerer auxochromer Amino- oder Hydroxylgruppen Vertiefung der Farbe herbeigeführt wird.

Gegenüber dieser rein empirischen Zusammenfassung der Tatsachen versuchte Baeyer, für die auffallende Erscheinung eine mechanische Erklärung zu geben. Bekanntlich hat Hartley den Nachweis geführt, daß das Benzol eine starke Absorption im Ultraviolett zeigt, und daran die Folgerung geknüpft, daß alle Benzolderivate im streng physikalischen Sinne gefärbt seien; die Rolle der Chromophore bestehe aber in einer Verlangsamung der in den Kohlenwasserstoffen schon vorhandenen Schwingungen, wodurch die Absorption aus dem ultravioletten in den sichtbaren Teil des Spektrums verschoben wird. Baeyer schloß sich dieser Auffassung an, erweiterte sie aber dahin, „daß in dem gefärbten Molekül infolge seiner besonderen Struktur eine rhythmische Bewegung eintritt, welche Ätherschwingungen von einer ganz bestimmten Wellenlänge, und somit ein charakteristisches Spektrum hervorruft“. Diese rhythmische Bewegung würde zur Folge haben, daß von den zwei substituierten Benzolkernen abwechselnd der eine oder der andere chinoid wird, wobei ein Natrium- oder ein Chlorion hin- und herpendelt, „was nach der elektrolitischen Dissoziationstheorie nicht die geringsten Schwierigkeiten macht“. Diese Schwingungen sind aber nur möglich, wenn außer der chinoiden noch eine auxochrome Atomgruppe im Molekül vorhanden ist:

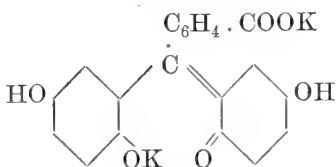


R. Meyer suchte die Richtigkeit dieser Theorie durch eine eingehende spektroskopische Untersuchung zu prüfen. Sie erstreckte sich auf eine größere Anzahl von Triphenylmethanderivaten sowie auf den infra- und ultravioletten Spektralbereich. Die Versuche haben die Vibrationshypothese, welche bei ihrer Aufstellung die damals bekannten Tatsachen einleuchtend erklärte, nicht bestätigt. Sie führten zu dem Schluß, daß zwischen den einfachen Chinonen und den eine auxochrome Gruppe enthaltenden ein grundsätzlicher Unterschied nicht besteht. Vielmehr bestätigte sich die Hartleysche Theorie, nach welcher der eigentliche Farbträger stets der Benzolkern ist. Die Chromophore verschieben die Absorption aus dem kurzwelligen in den langwelligen Teil des Spektrums, und die auxochromen Gruppen verstärken und unterstützen, entsprechend ihrem Namen, diese Wirkung.

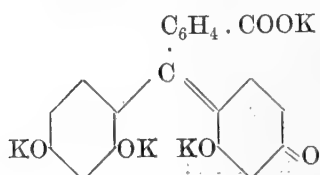
Eine Schwierigkeit bereiteten noch immer die Salze des Hydrochinonphthaleins, für welche man sich doch nicht zur Annahme metachinoider Bindung entschließen mochte. Baeyer suchte sie durch die Annahme zu erklären, daß durch die Einwirkung des Alkalis der Pyronring gesprengt wird, unter Bildung eines orthochinoiden Salzes:



oder



Fluorescein, welches sich in verdünntem Alkali mit gelber Farbe und grüner Fluoreszenz löst, gibt mit sehr konzentriertem Alkali eine violette, nicht fluoreszierende Lösung. Auch in dieser nimmt Baeyer ein Salz mit gesprengtem Pyronring an im Sinne der Formeln:



Überblickt man das vorstehend geschilderte, so staunt man über die große Summe von Arbeit, welche aufgewendet werden mußte, um Klarheit in ein verhältnismäßig eng umschriebenes Gebiet zu bringen. Und doch bleiben immer noch Fragen, deren Lösung erst von der Zukunft zu erwarten ist. Auch hier gilt Carl Liebermanns Ausspruch: „Zur Verteidigung ihrer Geheimnisse wirft die spröde Natur immer mächtigere Hindernisse auf.“

## Adolf von Baeyers Arbeiten über die Konstitution des Benzols.

Von Prof. Dr. O. Dimroth, Greifswald.

Als vor 10 Jahren zur Vorfeier des 70. Geburtstages von A. von Baeyer im Liebigschen Hörsaal in München eine zahlreiche Schar von Schülern und Verehrern dem Meister ihre Glückwünsche darbrachte, erwiderte er auf die Ansprachen in einer geistreichen Rede, in welcher besonders der Teil fesselt, in dem er über seine eigene Person und über seine besondere Art, zu forschen, spricht. Da stellt er sich seinem Lehrer Kekulé gegenüber und schildert diesen als einen Forscher von vorwiegend kritischer Veranlagung, der ein großes Tatsachenmaterial unter eine gemeinsame Idee zusammenfaßte, der sich wenig für die einzelnen Stoffe an sich interessierte, sondern von theoretischen Anschauungen ausgehend seine Untersuchungen anstellte, um zu prüfen, ob die Stoffe mit seinen Ideen übereinstimmten. „Kekulé war der geborene chemische General, er wollte die Natur kommandieren.“

Von sich aber sagt er: „Ich trat der Natur wieder näher, die interessierte mich; meine Versuche habe ich nicht angestellt, um zu sehen, ob ich recht hatte, sondern um zu sehen, wie die Körper sich verhalten. Aus dieser Veranlagung stammt auch meine Gleichgültigkeit gegen Theorien, ich bin niemals eigensinnig auf einem bestimmten Standpunkt geblieben, wenn er sich mit den Tatsachen nicht mehr vereinigen ließ.“ Er stellt sich den alten Empirikern an die Seite, die „ihr Ohr an die Natur gelegt haben“.

Die Arbeiten Baeyers über die Konstitution des Benzols, die sowohl nach ihrem Umfang wie nach ihrer inneren Bedeutung und nach dem Impuls, den sie auf die chemische Forschung ausübten, zum Bedeutendsten von Baeyers Lebenswerk gehören, schließen sich an Kekulés Werk an, bilden

eine Fortsetzung desselben. So gewinnt das Stück menschlicher Forschung, das in *Kekulé*s und *Baeyers* Arbeiten über die Konstitution des Benzols liegt, ein ganz besonderes Interesse, wenn man es nicht nur nach den erhaltenen Resultaten und nach dem Einfluß auf die Entwicklung der Chemie beurteilt, sondern wenn man sich auch in die Entstehungsgeschichte vertieft, sich zu versenken sucht in die geistigen Veranlagungen und Neigungen, aus denen heraus die Arbeiten geboren wurden.

*Kekulé*s Experimentaluntersuchungen sind wohl fast alle aus theoretischen Erwägungen heraus unternommen worden; das Primäre war die Idee, die Hypothese. Aufbauend auf umfassende Kenntnis der chemischen Literatur und reiches Wissen, das durch eine besonders vielseitige chemische Vorbildung erworben war, hervorgerufen durch ein stark ausgeprägtes unwiderstehliches Bedürfnis nach Anschaulichkeit, bildete sich in seinem Geiste, der auf Zusammenfassung gerichtet war, die Vorstellung, wie sich aus der Wertigkeit der Atome, insbesondere der Vierwertigkeit des Kohlenstoffs und aus der Verkettung der Kohlenstoffatome Formeln für chemische Verbindungen konstruieren ließen, die tiefer gingen und ein klarer aufgelöstes Bild gaben als die damals gebrauchten Typenformeln. Seine Benzoltheorie war schließlich eine Konsequenz, wie *Kekulé* sagt, „eine leidlich naheliegende“ Konsequenz dieser Grundansichten. Und wie der Mathematiker, der durch Intuition einen Lehrsatz gefunden, alsdann nach dem Beweis sucht, so stellte *Kekulé* Experimentaluntersuchungen an, um zu zeigen, daß die Ideen, die ihm selbst wohl von vornherein zwingend erschienen, auch richtig seien.

Demgegenüber wollen wir betrachten, wie *Baeyers* Arbeiten über die Konstitution des Benzols entstanden sind, wie sie sich entwickelt haben.

Chronologisch steht an der Spitze eine kurze und unvollendete Untersuchung aus dem Jahre 1866 über die Reduktion der *Phtalsäure* durch Natriumamalgam, veranlaßt durch den Gedanken, daß die *Phtalsäure*, wenn *Kekulé*s Formel richtig ist, sich reduzieren lassen müsse wie die *Fumarsäure*. *Baeyer* übergab die Versuche bald seinem damaligen Assistenten *Graebe* zur Weiterführung; sie gelangten erst später im Rahmen anderer Arbeiten zur Wichtigkeit und wurden dann wieder aufgenommen. Von einschneidenderer Bedeutung ist ein anderes Ereignis. *Baeyer* kam durch Zufall in Besitz von *Honigstein*, diesem seltsamen, durch Zusammensetzung und Entstehung merkwürdigen Mineral. Dies interessierte ihn, und er widmete ihm eine liebevolle, durch viele Jahre sich erstreckende Untersuchung. Er erhielt durch Zersetzung der dem *Honigstein* zugrunde liegenden *Mellithsäure* Benzol. Um festzustellen, ob der Benzolkern in der Säure schon fertig gebildet vorliegt oder erst bei der Zersetzung derselben entsteht, wurde die *Mellithsäure* reduziert. Das Hauptresultat war: Die *Mellithsäure* ist Benzol-

hexacarbonsäure; bei der Reduktion werden sechs und nicht mehr als sechs Wasserstoffatome aufgenommen. So erhob sich die Frage: Was entsteht durch Reduktion des Benzols? Ist es richtig, daß, wie *Berthelot* angegeben hatte, sich Hexan bildet, oder ist das Reduktionsprodukt nicht vielmehr ein Kohlenwasserstoff  $C_6H_{12}$ , der noch einen geschlossenen Ring enthält wie das Benzol? Die in dieser Richtung unternommenen Versuche waren nicht so ganz befriedigend; es fehlte noch die für den Zweck geeignete universelle Reduktionsmethode, die wir heute in der katalytischen Hydrierung mit Wasserstoff besitzen. Aber der Satz, durch Reduktion des Benzols werden im Maximum sechs Atome Wasserstoff aufgenommen, konnte doch schon klar und bestimmt ausgesprochen werden. Die Gewinnung von Hexahydrophthalsäure aus *Phtalsäure* sprach gleichfalls in diesem Sinne.

Nun ruhte für lange Jahre (1873—1885) dies Arbeitsgebiet; Studien über Kondensation, die Untersuchung der *Phtaleine* und vor allem das Indigogebiet nahmen *Baeyers* Interesse völlig in Anspruch.

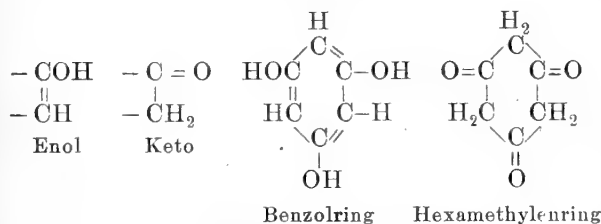
Zwei neue Untersuchungsreihen wurden alsdann in Angriff genommen, welche beide schließlich wieder auf die Frage nach der Konstitution des Benzols hinführten und nun in die Zeit überleiten, die ganz und gar diesen Arbeiten gewidmet wurde.

Das eine sind die durch glänzende Experimentierkunst ausgezeichneten Arbeiten über *Acetylenverbindungen*. Die Frage wurde gestellt, ob die Fähigkeit des Kohlenstoffs, lange Ketten zu bilden, auch dem reinen Kohlenstoff zukommt. Es gelangen Synthesen der *Polyacetylene* und ihrer Derivate. Die Untersuchungen wurden durch die furchtbare Explosibilität dieser Verbindungen ungeheuer erschwert; aber das Nachdenken über die Ursache dieser Explosibilität führte *Baeyer* auf eine geistreiche und für spätere Forschungen sehr fruchtbare Hypothese, die *Spannungstheorie*.

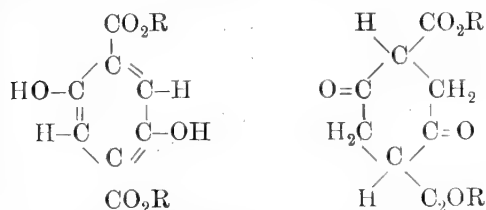
Der Grundgedanke derselben ist folgender: Daß beim Übergang des Acetylenkohlenstoffs in Kohle viel Wärme frei wird, hat nach *Baeyer* seinen Grund in den räumlichen Verhältnissen des Kohlenstoffatoms. Über die räumliche Anordnung der Atome im Molekül wird die Fähigkeit zur Ringbildung den meisten Aufschluß geben. In das durch die van't Hoff-Le Bel'sche Theorie damals schon allgemein anerkannte Tetraëdermodell des Kohlenstoffs legte *Baeyer* den Gedanken hinein, daß die vier Valenzen des Kohlenstoffs in Richtungen wirken, welche den Mittelpunkt mit den Tetraëderecken verbinden und einen Winkel von  $109^\circ 28'$  einschließen. Die Richtung dieser Anziehung könne eine Ablenkung erfahren, die jedoch eine mit der Größe der letzteren wachsende *Spannung* zur Folge habe. Daraus war dann abzuleiten, daß der Penta- und Hexamethylenring die geringste Spannung aufweisen, kleinere und grö-

Bere Ringe, noch viel mehr aber die Äthylen- und ganz besonders die Acetylenbindung nur unter starker Spannung zustande kommen können. Mit dieser Auffassung stimmte das Tatsachenmaterial gut überein. Da aber unter allen Kohlenstoffringen das Benzol die wichtigste Rolle spielt, so führten mit Notwendigkeit diese Betrachtungen auf die Konstitution des Benzols zurück, mit der Besonderheit, daß es nun galt, der großen Beständigkeit des Benzols durch die Strukturformel Ausdruck zu geben. Der Gedanke, die Konstitutionsformel einer Substanz müsse ihre *Festigkeitsverhältnisse* widerspiegeln, gewinnt dann in den späteren Arbeiten immer mehr Raum.

Eine zweite Untersuchung, die in ihrem Verlauf gleichfalls zum Benzolproblem hinleitete, ging zunächst von der Fragestellung nach dem *Mechanismus* der *Acetessigesterbildung* aus, führte alsbald zu einer Synthese des *Phloroglucindicarbonsäureesters* und dann, da die Ähnlichkeit dieser Substanz mit dem *Succinylobernsteinsäureester* in die Augen sprang, auch zum Studium dieses letzteren. Die Frage nach der Konstitution des Acetessigesters wiederholt sich beim Phloroglucin, gewinnt da aber andere Gestalt: Enol-Keto-Umlagerung bedeutet hier Umlagerung des Benzolringes in den Hexamethylenring.



Und ganz dieselbe Veränderung des Ringes vollzieht sich bei der Bildung der Dioxyphtalsäure aus Succinylobernsteinsäure und der Rückverwandlung dieses Stoffes in den ersteren.



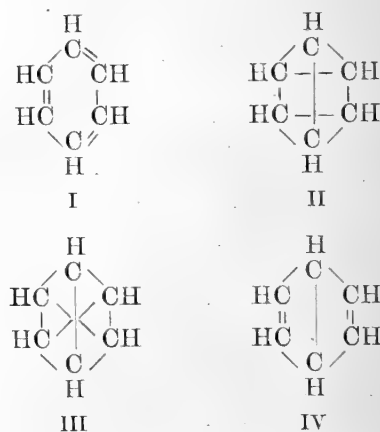
Dioxyterephthalsäureester      Succinylobernsteinsäureester

Die genetischen Beziehungen dieser zwei Substanzen, bei denen die Stellungen der Hydroxyl- und Carboxylgruppen einerseits durch Synthese, andererseits durch Umwandlung in Terephtalsäure feststanden, ergaben sodann den Satz: Die Kohlenstoffatome des Benzols behalten bei der Reduktion zu Hexahydrobenzol dieselben Stellungen bei, die sie im Benzol einnehmen. Diese Feststellung war aber unverträglich mit der *Prismenformel* des Benzols, welche *Ladenburg* aufgestellt hatte, und die Unrichtigkeit dieser Formel war damit erwiesen. Damit sind wir mitten hineingelangt in die Diskussion der für das Benzol möglichen

Konstitutionsformeln, und es ist deutlich und für *Baeyers* Arbeitsweise charakteristisch, wie es immer eigene Beobachtungen, Ergebnisse seiner Laboratoriumsarbeiten sind, an denen sich die Gedanken, sie zunächst fest umklammernd, emporranken, um sich dann frei auszubreiten.

So beginnt nun, die Jahre 1886—1894 umspannend, die großenteils in *Liebigs Annalen* publizierte prächtige Serie von Arbeiten, in denen auch im Titel zum Ausdruck kommt, daß es gilt, die *Konstitution des Benzols* zu erforschen. Es wird zweckmäßig sein, den damaligen Stand dieser Frage kurz zu schildern. Alle Untersuchungen über die Konstitution des Benzols haben die Kekulé'sche Formel zum Ausgangspunkt, welche die Forschung ganz außerordentlich angeregt und die Entwicklung der Chemie der aromatischen Verbindungen sowohl nach der wissenschaftlichen wie nach der technischen Seite mächtig gefördert hat. Wo es sich um Darstellung der verschiedenartigsten Benzolderivate, also wesentlich um präparative Ziele handelt, war die Kekulé'sche Formel (I) der Leitstern. Und doch kann sie den höheren Ansprüchen der wissenschaftlichen Forschung nicht vollständig genügen, da sich aus ihr Eigenschaften der Benzolderivate herauslesen lassen, die ihnen nicht zukommen, und da sie Eigenschaften verschweigt, die für das Benzol charakteristisch sind.

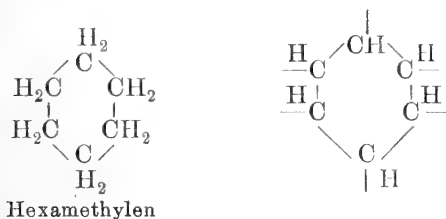
Es waren für das Benzol noch andere Strukturbilder aufgestellt worden, von denen für die Diskussion die Formel von *Ladenburg* (Prismenformel) II, die *Claussche* Diagonalformel III und eventuell noch die *Dewarsche* Formel IV in Betracht kamen, ohne daß es möglich war, eine definitive Auswahl zu treffen.



Wie griff *Baeyer* diese Frage an? In der ersten Abhandlung vom Jahre 1886 finden wir ein Programm. Nachdem er zunächst feststellt, daß die Erörterung von Stellungsfragen bei den Benzolsubstitutionsprodukten und die Untersuchung von Sprengstücken nach den bisherigen Erfahrungen nicht zum Ziele führt, sagt *Baeyer*: So bleibt nur ein Weg für die Experimentaluntersuchung übrig, das Studium der Additionsprodukte des Benzols. Das Benzol geht in freiem oder in verbundenem Zu-



stand durch Reduktion oder Anlagerung von Halogenatomen in den Kohlenwasserstoff  $C_6H_{12}$  oder in Derivate desselben über. Kann man nun nachweisen, daß das *Hexahydrobenzol* mit *Hexamethylen* identisch ist und ferner feststellen, mit welchen Kohlenstoffatomen sich die drei zum Benzol hinzutretenden Wasserstoffatompaaire sukzessive vereinigen, so ist dadurch die Konstitution des Benzols gegeben, „da kein Zweifel sein kann, daß die addierten Atome an diejenigen Kohlenstoffaffinitäten treten, welche durch Addition gesprengt werden“. Aus den schon erwähnten Untersuchungen über den Succinylbernsteinsäureester ergab sich nun, daß Hexahydrobenzol und Hexamethylen identisch sind, und aus der Beibehaltung der Stellung der Substituenten folgte die Unmöglichkeit der Ladenburgschen Formel. Demnach reduziert sich die Benzolfrage auf folgendes Problem: Benzol kann aufgefaßt werden als Hexamethylen, bei welchem an jedem Kohlenstoffatom ein Wasserstoffatom weggenommen ist,



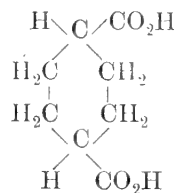
und es ist zu untersuchen, wie die dadurch freierwerdenden Affinitäten im Benzol gegenseitig gesättigt sind.

Diesem Zwecke diene eine ungemein sorgfältige und langwierige, viele experimentelle Schwierigkeiten elegant überwindende Untersuchung der Wasserstoffaufnahme der drei isomeren *Phthal-säuren*.

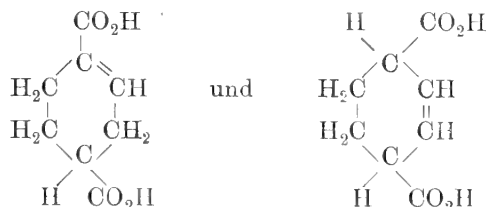
Der Gedanke, von dem *Baeyer* zunächst ausging, war der, man brauche nur festzustellen, an welche Stellen im Ringe die Wasserstoffatome der Reihe nach herantreten. Nach der Kekulé'schen Formel müßten sich die Wasserstoffatome an benachbarte, nach der Clausschen Formel an gegenüberliegende, nach der Dewarschen Formel einmal an gegenüberliegende, zweimal an benachbarte Kohlenstoffatome anlagern. Dieser Schluß schien zwingend; er entspricht durchaus dem bei Konstitutionsbestimmungen regelmäßig angewandten, wenn auch selten ausgesprochenen Prinzip, daß bei Veränderungen im Molekül an den Bindungsverhältnissen der Atome möglichst wenig geändert wird, daß dabei so wenig Valenzen wie möglich gelöst und neu gebunden werden. Gar bald stellte sich heraus, daß die Dinge viel komplizierter liegen, daß auch glatt verlaufende und scheinbar einfache Veränderungen im Molekül nicht immer so einfachen Gesetzen gehorchen. Von welcher Tragweite diese Entdeckung war, davon wird noch zu sprechen sein.

Das Studium der hydrierten Phthal-säuren

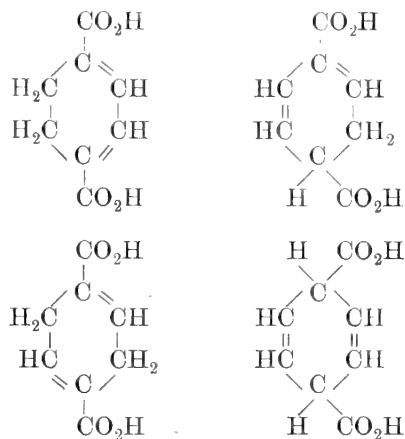
wurde am vollständigsten bei der *Terephthalsäure* durchgeführt. Bei der großen Fülle des experimentellen Materials seien nur die mit dieser Säure erzielten Ergebnisse besprochen. An die Terephthalsäure lassen sich nacheinander 2, 4 und 6 Atome Wasserstoff anlagern, unter Bildung von Di-, Tetra- und Hexahydroterephthalsäure. Die Hexahydroterephthalsäure hat die Konstitution:



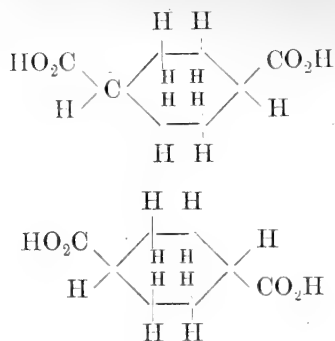
Die Di- und Tetrahydrosäuren enthalten keine Diagonalbindungen, sondern ausschließlich Doppelbindungen zwischen benachbarten Kohlenstoffatomen. Es existiert eine große Anzahl von Isomeren, die sich durch die Stellung der Doppelbindung unterscheiden und zwar gibt es zwei stellungsisomere Tetrahydrosäuren:



und vier stellungsisomere Dihydrosäuren:



Außerdem aber wurde noch eine andere Art der Isomerie entdeckt, von der *Baeyer* zeigt, daß sie als geometrische Isomerie aufzufassen ist. Denkt man sich die sechs Kohlenstoffatome des Hexamethylens in einer Ebene liegend, sechs Wasserstoffatome in einer darüberliegenden und die anderen sechs in einer darunterliegenden Ebene angeordnet, so sind bei den Hexahydrophthal-säuren zwei Isomere zu erwarten, die als cis- und trans-Verbindung bezeichnet werden und folgenden Symbolen entsprechen:



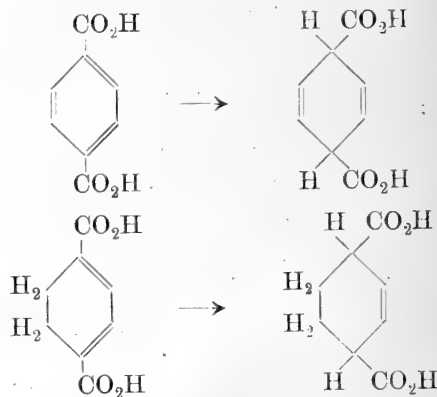
Diese Art von Isomerie wiederholt sich auch bei Tetra- und Dihydroderivaten des Benzols und allgemein bei gewissen ringförmigen Verbindungen. Die räumlichen Verhältnisse liegen ganz ähnlich wie bei der Fumar- und Maleinsäure; auch Bestimmungen der relativen Lage der Carboxylgruppen lassen sich durch die verschieden große Neigung zur Anhydridbildung durchführen. Der Hinweis auf diese Erweiterung der van't Hoff'schen Lehre und die experimentelle Durcharbeitung am Beispiel der hydrierten Phtalsäuren gab der stereochemischen Forschung wichtigen Anstoß.

In mühsamer Arbeit konnten sämtliche der Theorie nach denkbaren Hydroterephthalsäuren dargestellt werden; die scharfsinnige Argumentation, die zur Konstitutionsbestimmung der einzelnen Isomeren angewandt wurde, verleiht der Lektüre dieser Arbeiten besonderen Reiz.

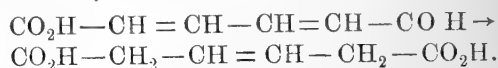
Höchst bemerkenswert sind die Eigenschaften der Reduktionsprodukte; diese besitzen nicht mehr den Charakter von Benzolderivaten, sondern verhalten sich trotz der ringförmigen Anordnung der Kohlenstoffatome wie Körper der Fettreihe, die Hexahydrosäuren wie gesättigte Säuren, die Tetra- und Dihydrosäuren zeigen die Eigenschaften ungesättigter Säuren und besitzen das für diese Körperklasse charakteristische Additionsvermögen. Ein neues Reagens wird eingeführt, Kaliumpermanganat in sodaalkalischer Lösung, welches Äthylenabkömmlinge momentan oxydiert, gesättigte Verbindungen aber und typische Benzolderivate nur langsam angreift. Die Tatsache wird festgelegt, welche mit der Kekulé'schen Formel in schärfstem Widerspruch steht, daß Sechsringsysteme, die eine oder zwei Doppelbindungen besitzen, sich typisch ungesättigt verhalten, während das Benzol, in dem nach der Kekulé'schen Formel drei Doppelbindungen enthalten sind, gegen alle Reagentien viel größere Festigkeitsverhältnisse aufweist. Die Konstatierung dieses Sprunges in den Eigenschaften bei Wegnahme der letzten zwei Wasserstoffatome ist ungemein wichtig für jede Benzoltheorie. Untersuchungen von *Stohmann*, auch durch neuere Arbeiten bestätigt, zeigen, daß auch in den thermischen Konstanten dieser Sprung auf das deutlichste ausgeprägt ist.

Von großer Tragweite ist dann die Ermittlung der Reihenfolge, in welcher Wasserstoffatome sich

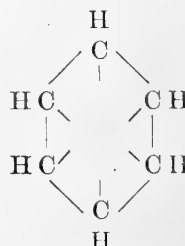
an Benzolderivate addieren. Das erste Reduktionsprodukt der Terephthalsäure ist die  $\Delta 2.4$  Dihydroterephthalsäure; das Reduktionsprodukt der  $\Delta 1.4$  Dihydroterephthalsäure ist die  $\Delta 2$  Dihydroterephthalsäure.



Die zwei Doppelbindungen werden also nicht der Reihe nach gelöst, indem Wasserstoffatome an benachbarte Kohlenstoffatome treten, sondern sie gehen gleichzeitig auf, eine neue Doppelbindung erscheint in der Mitte, und an die Enden des Systems treten die Wasserstoffatome heran. Das war ein ganz merkwürdiger und unerwarteter Vorgang. Die Frage wird gestellt, ob er durch die Ringstruktur bedingt ist, und das Experiment verneint die Frage: Die *Mukonsäure* gibt bei der Reduktion  $\gamma$ - $\delta$ -Dihydromukonsäure.



Auf den mächtigen Anstoß, den diese Untersuchungen der späteren Forschung gaben, kann hier nur kurz hingewiesen werden; insbesondere *Thiele*s wichtige experimentelle und theoretische Arbeiten über die *konjugierte Doppelbindung* wurden dadurch ausgelöst, der Valenzbegriff verliert viel von seiner früheren Starrheit und Gebundenheit. Das tritt in der ganzen neueren Entwicklung der Chemie zutage und fand seinen ersten Ausdruck in der Benzolformel, die von *Baeyer* aufgestellt wurde, um der neu gewonnenen Einsicht in die Besonderheit der aromatischen Verbindungen nach Möglichkeit einen adäquaten symbolischen Ausdruck zu verleihen. Es ist die zentrische Formel:



Sie ist räumlich gedacht und soll sagen, daß von jedem der zum Sechsring verbundenen Koh-

lenstoffatome Kräfte ausgehen, die gegen das Innere des Ringes gerichtet sind und sich alle zusammen, nicht paarweise, so paralysieren, daß sie nach außen nicht zur Geltung kommen, wohl aber zur Festigkeit des ganzen Systems beitragen. Bei Additionsreaktionen werden zwei dieser Valenzen zur Bindung von Addenden verbraucht, das Gleichgewicht der übrigen vier nach innen gerichteten Valenzen wird dadurch gestört, sie sättigen sich daher gegenseitig paarweise in Form der gewöhnlichen Doppelbindung. Welche Anregung von dieser Betrachtungsweise ausging, zeigen unter anderem E. Bambergers Studien über kondensierte und heterozyklische Verbindungen. Baeyer ist sehr weit davon entfernt, dogmatisch an der zentrischen Formel festzuhalten, und mancher, der seine Arbeiten ein wenig flüchtig liest, mag es vielleicht als störend empfunden haben, daß Baeyer schon ein Jahr nach Aufstellung der Formel unter den Eindrücken neuer Laboratoriumsversuche schreibt: „Ich vermag nicht mehr in der zentrischen Formel, einen besseren Ausdruck . . . zu erblicken“, später diese Formel dann wieder mehr in den Vordergrund stellt und dann im Jahre 1892 die Clausche Diagonalformel empfiehlt. Die Worte, mit denen dies geschieht, sind so charakteristisch, daß ich sie wörtlich zitieren will: „Die Aufgabe, welche ich mir bei Beginn dieser Untersuchungen gestellt habe, war, auf experimentellem Gebiete die Konstitution des Benzols zu ermitteln und nicht, die Richtigkeit irgend einer Hypothese durch das Experiment nachzuweisen. Demzufolge habe ich meine Ansichten mehrfach gewechselt, je nachdem die Summe der gemachten Erfahrungen mehr für die eine oder andere Ansicht zu sprechen schien. Wenn ich daher jetzt eine Hypothese in den Vordergrund stelle, welche ich früher bekämpft habe, so bitte ich den Leser, sich nicht darüber zu wundern, und es mir auch nicht als eine Inkonssequenz anzurechnen, wenn ich etwa später wieder zu einer anderen Theorie übergehe.“ Baeyer ist später in eine Diskussion der Benzolformeln nicht mehr eingetreten, und wohl nur aus diesem Grunde sind die letzten Worte nicht mehr verwirklicht worden. Die Fortsetzung der experimentellen Studien führte ihn zu einer sehr eleganten *Synthese* der *hydrierten Benzolkohlenwasserstoffe* aus dem Succinylolbernsteinsäureester und leiteten von da aus hinüber zu der Bearbeitung des Gebietes der *Terpene*. Die Bedeutung dieser Untersuchungen wird in einem anderen Artikel geschildert werden.

Die Arbeiten Baeyers über die Konstitution des Benzols sind mehr als irgend ein anderes seiner zahlreichen Arbeitsgebiete mit theoretischen Spekulationen verknüpft und haben weittragenden Einfluß auf die theoretische Forschung gehabt; ihre Entstehung und Entwicklung läßt deutlich erkennen, in welcher Art die Verknüpfung von Experiment und Theorie sich bei diesem Forscher vollzieht. Nicht wie bei Kekulé ist es eine vorgebildete theoretische Anschauung, welche den

Versuch veranlaßt, sondern bei Baeyer ist das Primäre das Experiment; es wird veranlaßt durch das Interesse an den Stoffen. Das Experiment wird bedeutungsvoll durch die scharf ausgeprägte Veranlagung, das Charakteristische an den Stoffen zu erschauen, ihre chemische Natur klar zu erfassen; so entsteht aus der Beobachtung heraus der Gedanke, aber er bleibt nicht am Versuche kleben, sondern wächst darüber hinaus, faßt zusammen, wird zur Theorie, die dann wieder zu neuen Versuchen Veranlassung gibt. So feiern wir in Adolf von Baeyer den großen Experimentator.

## Adolf von Baeyer und sein Einfluß auf die Entwicklung der Chemie der hydroaromatischen Verbindungen und Terpenkörper.

Von Dr. C. Harries,

Geh. Reg.-Rat, o. Prof. an der Universität Kiel.

Es besteht eine Auffassung, daß die Fortschritte in den Naturwissenschaften unabhängig von den sie schaffenden Personen erfolgten. Die Gelehrten hätten deshalb eigentlich keine Ursache, auf ihre Entdeckungen besonders stolz zu sein, denn über kurz oder lang würden dieselben von anderer Seite auch gemacht, wenn ein Bedürfnis dafür vorliege.

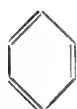
Diese mechanische Auffassung des Fortschrittes in der Wissenschaft erscheint übertrieben. In der Chemie zum mindesten bleibt der Eigenart und Gestaltungskraft der Persönlichkeit ein weiter Spielraum, originelle Wege ins Unbekannte der Natur einzuschlagen, die anders geartete Geister niemals finden würden, und Gebiete zu erhellen, die sonst auf lange noch im Dunkeln blieben. Diese Eigenschaften treten uns bei Adolf von Baeyer in vollendetem Maße entgegen. Wer anders hätte die Untersuchungen über die Reduktionsprodukte der Benzolcarbonsäuren in gleicher Weise originell erschöpfend durchführen können?

Ursprünglich wohl nur auf das Ziel der Konstitutionsaufklärung des Benzols bedacht, kam er im Laufe der Untersuchungen — „das Ohr an den Pulsschlag der Natur legend“<sup>1)</sup> — zu viel weiteren Ergebnissen. Er lieferte darin die Grundlage für die stereochemischen Verhältnisse der Ringsysteme, die Chemie der Doppelbindung und die Methodik der Ortsbestimmungen in der Terpenreihe. Die Arbeiten über die Benzolcarbonsäuren, insbesondere diejenigen über die hydrierten Terephtalsäuren, bilden in jeder Beziehung den Höhepunkt des Schaffens des Meisters exakter Experimentierkunst und ihre Zusammenstellung bildet ein klassisches Muster besten doktrinären Denkens und künstlerischer Darstellungsweise. Kaum eine andere Arbeit wie diejenige

<sup>1)</sup> Baeyers Selbstcharakteristik in seiner Dankrede bei der Feier seines 70. Geburtstages 1905.

über die Hydrierungsprodukte der Terephtalsäuren hat auf mich jemals einen gleich großen Eindruck gemacht. Welch eine Fülle von Mühe ist darin enthalten!

Bereits im Jahre 1866 begann der Einund-dreißigjährige diese Arbeit mit der Reduktion der Phtalsäure, während der Siebenundfünfzigjährige nach 26jähriger Tätigkeit im Jahre 1892 ihren Abschluß vollendet. Die Ergebnisse sind aber auch lohnend genug. In bezug auf die Konstitution des Benzols setzt er an Stelle der von seinem Lehrer *Kekulé* aufgestellten Formel die sogenannte zentrische Formel, welche den aromatischen Charakter besser als die *Kekulé'sche* wiedergibt. Denn bei dem Übergang des Benzols in Dihydrobenzol verändert sich der aromatische Charakter durch die Aufnahme von nur zwei Wasserstoffatomen vollständig und es entstehen Körper, die in ihrer Unbeständigkeit und ihrem Additionsvermögen an die ungesättigten Fettkörper erinnern. — Auf den geistreichen Beweis, daß in den hydrierten Terephtalsäuren wirklich Körper mit aliphatischer Doppelbindung und nicht mit Parabinungen vorliegen, will ich nicht näher eingehen. Nachträglichen Prüfungen hat die zentrische Formel standgehalten und ihre endgültige Bestätigung durch die meisterhaften Untersuchungen *Willstätters* über das Cyclooctotetraen gefunden. Da letzteres ganz analog wie das Benzol nach *Kekulé* konstituiert sein mußte, aber ganz andere, sehr unbeständige Eigenschaften besitzt, so folgt daraus, daß das Benzol keine Doppelbindungen aliphatischen Charakters besitzen kann und zentrische Bindungen enthalten muß.

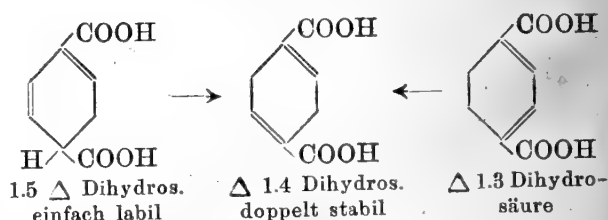
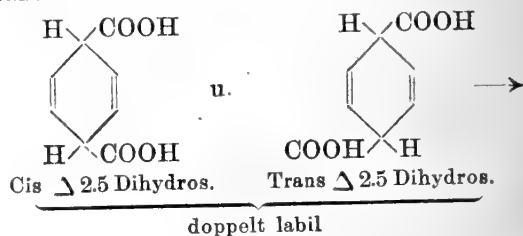
Benzol nach *Kekulé*Benzol nach *Baeyer*

Cyclooctotetraen

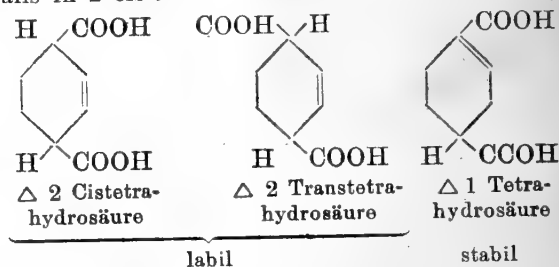
Die Vorstellungen über die stereochemische Isomerie, die sogenannte Cistrans-Isomerie, welche sich aus den Hydrierungsarbeiten ableitet, bildet die Grundlage für unsere Anschauungen auf diesem Gebiet und die experimentelle Bestätigung der van't Hoff'schen Lehre. Genau wie bei den hydrierten Terephtalsäuren treten auch immer bei den andern hydroaromatischen Verbindungen und Terpenkörpern diese stereoisomeren Fälle auf, wenn neben zwei Substituenten an zwei im Ring sich befindenden Kohlenstoffatomen je ein Wasserstoffatom oder eine andere Gruppe vorhanden ist.



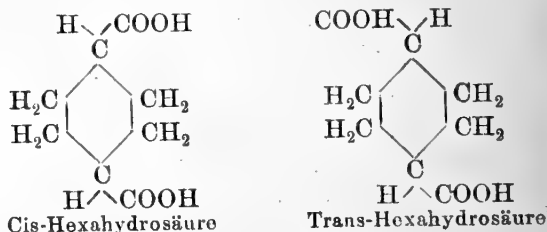
Vor den Baeyerschen Untersuchungen hatte man wohl wenig Vorstellung von der Natur der Doppelbindung, und man konnte sich kaum denken, daß die durch die Theorie sich ergebenden isomeren Fälle in bezug auf die Doppelbindung wirklich existenzfähig seien. Bei den hydrierten Terephtalsäuren ist es möglich gewesen, sämtliche von der Theorie voraussehbaren isomeren Fälle tatsächlich zu isolieren und zu zeigen, inwiefern sie ineinander übergehen und inwieweit sie Beständigkeit besitzen. Es gelang so, die vier Dihydroverbindungen, von denen eine in 2 cis-trans-isomeren Formen auftritt



zwei Tetrahydroverbindungen, eine davon ebenfalls in 2 cis-trans-isomeren Formen



und eine Hexahydroverbindung in 2 cis-trans-isomeren Formen

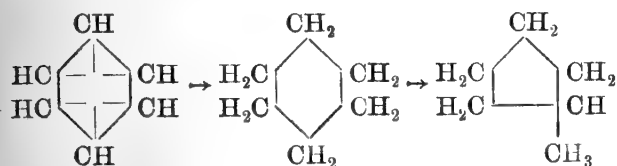


zu isolieren.

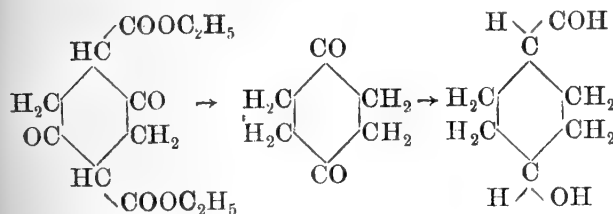
Diese Erkenntnis ist von größter Wichtigkeit, hat sich doch später gezeigt, daß bei den Terpenkörpern ebenfalls alle von der Theorie voraussehbaren Isomeriefälle in bezug auf die Stellung der Doppelbindungen in der Tat zu bestehen scheinen.

Während die Hydrierung der Benzol-Carbonsäuren durch Natriumamalgam verhältnismäßig leicht von statten geht, lassen sich die zugehörigen

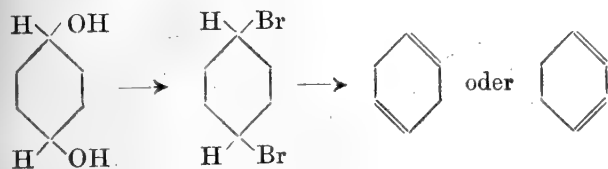
gen Kohlenwasserstoffe, das Benzol und seine Homologen durch dieses Reagens nicht reduzieren. Die von Baeyer zuerst nach Berthelot eingeschlagene Methode der Reduktion mittels Jodwasserstoff bei hohen Temperaturen führte zu unklaren Ergebnissen und die dabei entstehenden Produkte sind, wie später von Kijner und Markownikoff nachgewiesen werden konnte, nicht mehr direkte Abkömmlinge des Sechskohlenstoffringes, sondern Umlagerungsprodukte, welche den Fünfkohlenstoffring enthalten.



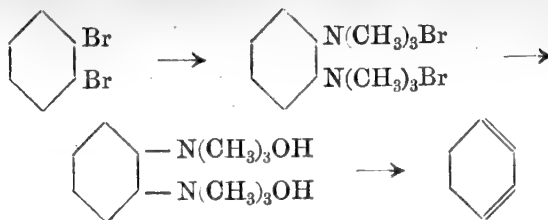
Damals waren noch nicht die ausgezeichneten Hydrierungsmethoden von Sabatier und Sendereus vermittelt feinverteilter Nickel und Wasserstoff und besonders die von Willstätter mit Platin und Wasserstoff bekannt, die heutzutage glatt die Hydrierung des Benzols und seiner Homologen in Hexahydroderivate gestatten. Aber Baeyer fand einen Ausweg, indem er den Succinylbernsteinsäureester als Grundlage für die Gewinnung der einfach hydrierten Kohlenwasserstoffe benutzte. Der Succinylbernsteinsäureester geht bei der Verseifung in Diketocyclohexan über. Bei der Reduktion desselben entsteht der Dialkohol, der sogenannte Chinit in 2 cis-trans-isomeren Formen.



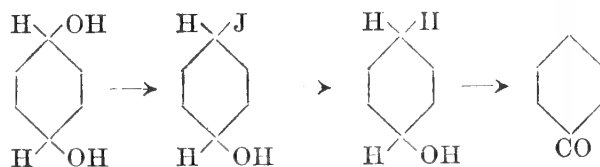
Durch Überführung des Dialkohols in das Dibromid und Abspaltung von Bromwasserstoff erhält man Dihydrobenzol.



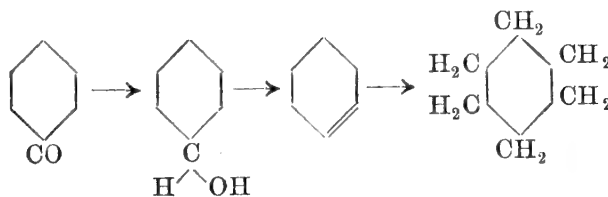
Später ist von anderer Seite gezeigt worden, daß dies Dihydrobenzol jedenfalls nicht rein ist und wahrscheinlich aus einem Gemisch von  $\Delta 13$  und  $\Delta 14$  Cyclohexadien besteht. Das reine  $\Delta 13$  Cyclohexadien ist erst neuerdings von Willstätter, mir und C. Neresheimer durch Einwirkung von Trimethylamin bzw. Dimethylamin auf 12 Dibromcyclohexan, Umsetzung des quaternären Ammoniumbromids mit Silberoxyd und trockner Destillation der Base gewonnen worden.



Aber die wesentlichen Eigenschaften dieser Verbindung, insbesondere die charakteristische blau-rote Färbung mit konzentrierter Schwefelsäure hat bereits Baeyer beobachtet. Auch aus dem Chinit gelang es Baeyer durch partielle Umsetzung mit Jodwasserstoff, Reduktion des Monojodhydrins und Oxydation des entstehenden Cyclohexanols, das Cyclohexanon zu gewinnen.

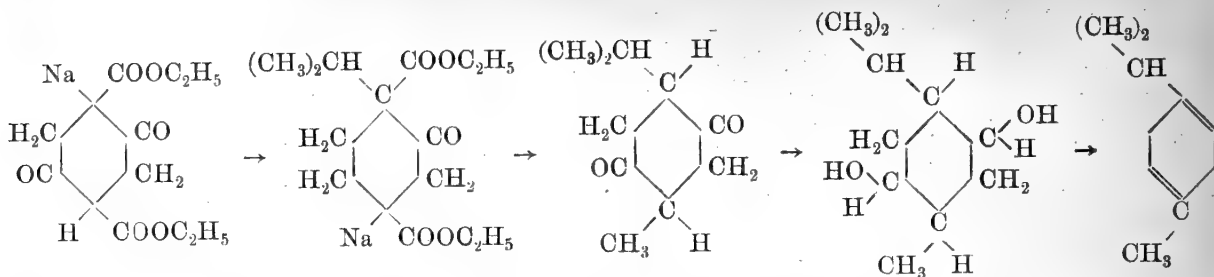


Dieses Cyclohexanon war ziemlich gleichzeitig von Wislicenus und Mager durch trockene Destillation des Calciumsalzes der Pimelinsäure erhalten worden. Das Cyclohexanon konnte seinerseits wieder über das Cyclohexanol bzw. dessen Jodid unter Abspaltung von Jodwasserstoff in Tetrahydrobenzol bzw. durch Reduktion in Hexahydrobenzol umgewandelt werden.



Für den Aufbau von Homologen des Cyclohexanon und Cyclohexadien war ebenfalls der Succinylbernsteinsäureester die geeignete Grundlage, indem er mit 1 bzw. 2 Molekülen Natriumalkoholat und Jodmethyl in Monomethyl und Dimethyl resp. gemischte Alkylderivate übergeführt werden konnte. Diese lieferten beim Verseifen die alkylierten Diketocyclohexane und konnten analoger Umwandlung in die alkylierten Cyclohexene und Cyclohexadiene unterworfen werden. So gelang es Baeyer, aus dem Succinylbernsteinsäureester durch stufenweise Einführung von Isopropyl und Methyl, Verseifung und Reduktion zum Methylisopropylchinit und Abspaltung von 2 Molekülen Wasser zum Methylisopropylcyclohexadien zu gelangen, welches das erste synthetisch bereitete Dihydrocymol darstellt und wegen seiner nahen Verwandtschaft zu den natürlichen hydrierten Cymolen, den sogenannten Terpenkörpern, das größte Interesse beansprucht.





Damals war allerdings noch nicht bekannt, daß die wichtigsten natürlichen Terpenkörper wie das Limonen und Dipenten insofern von diesem synthetischen Produkt verschieden waren, daß sich eine ihrer Doppelbindungen in der Seitenkette befindet, während bei dem synthetischen Produkt nach seiner Darstellungsweise angenommen werden muß, daß beide Doppelbindungen im Kohlenstoffring liegen. Leider sind diese Arbeiten nicht so wie die früheren durchgeführt worden und nach den kurzen Mitteilungen in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft hat man vergeblich auf die endgültigen Abhandlungen gewartet<sup>1)</sup>.

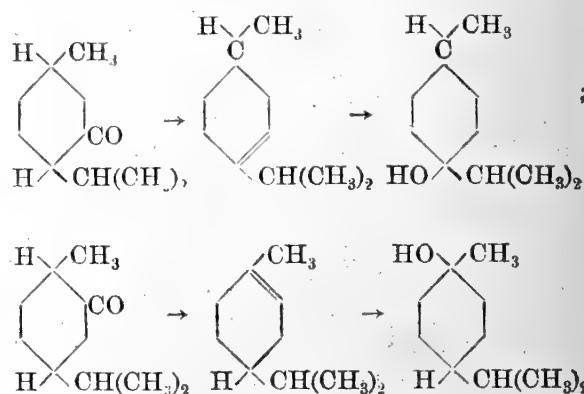
Verschiedene Gründe haben wohl später mitgesprochen, dieses Gebiet liegen zu lassen. Man sagt von *Lionardo da Vinci*, daß er im reiferen Alter seine Entdeckungen nur für sich gemacht habe, weil es ihm lediglich auf die eigene Erkenntnis ankam und er keinen Wert darauf legte, daß andere ihm folgen konnten. Ähnlich muß man diese Periode der Tätigkeit *Baeyers* betrachten. So sehen wir ihn denn auch gleich die Konsequenzen seiner Erkenntnisse ziehen und mitten in das Gebiet der Terpenkörper eindringen. — Hier sei daran erinnert, daß diese interessante, in den Pflanzenölen weitverbreitete Körperklasse, die für die Pflanzenphysiologie wie für mancherlei Industrien von größter Bedeutung ist, in bezug auf ihre konstitutionellen Verhältnisse zu jener Zeit (1893) noch recht unklar war.

Es ist das große Verdienst von *Wallach* gewesen, die zahllosen Produkte verschiedener Herkunft zu charakterisieren und auf verhältnismäßig wenig Hauptformen zurückzuführen. Diese umfassenden Arbeiten *Wallachs* gehen bis auf das Jahr 1884 zurück, in dem er das Cineol als sauerstoffhaltigen Abkömmling des Dipentens durch Überführung in das Dipententetrajodid und Tetrabromid erkannte. Die unendlichen Schwierigkeiten, die *Wallach* bei der Isolierung und Charakterisierung der Terpenkörper aus den Pflanzenölen fand, bringen die Erklärung, warum bis zu Anfang der 90er Jahre verhältnismäßig wenig über die genaue Konstitution dieser Verbindungen gearbeitet werden konnte. Mit aller Sicherheit war

festgestellt worden, daß sich die Terpenkörper in Cymol, das Paramethylisopropylbenzol, oder seine Derivate überführen lassen. Zahlreiche Übergänge ineinander waren ebenfalls bekannt. So war gezeigt worden, daß das Pinen aus Terpinol durch Schwefelsäure in Dipenten und weiter in Terpinen umgewandelt werden kann, das Dipenten das Racemat von *r*- und *l*-Limonen sei und das Phellandren aus Wasserfenchelöl ebenfalls in Terpinen umgelagert werden kann. Durch Wasseranlagerung entstand aus Dipenten bzw. Limonen ein ungesättigter Alkohol, das Terpinol resp. ein Dialkohol, das Terpin. Wo aber die Doppelbindungen lagen und an welches Kohlenstoffatom das Hydroxyl beim Übergang des Limonen in Terpinol bzw. Terpin herantrat, war noch nicht aufgeklärt.

Hier fand *Baeyer* das geeignete Gebiet, um die Erfahrungen, welche er bei dem Studium der hydrierten Benzolcarbonsäuren und den Umwandlungsprodukten des Succinylbernsteinsäureesters gemacht hatte, anzuwenden, und so sehen wir ihn in seiner ersten Arbeit genau das Programm entwickeln.

Von dem *p*-Hexahydrocymol können sich nur 2 Ketone ableiten, von denen eins bereits bekannt und in seiner Konstitution als 1-Methyl, 4-Isopropylcyclohexanon (3) aufgeklärt war. Es war dies das Menthon, das andere Keton fehlte noch. Es gelang ihm, das sogenannte Carvomenthon aus dem natürlichen Carvon zu bereiten nach einem Verfahren, welches *Wallach* schon vorgezeichnet hatte. Von diesen Ketonen stellte er die Alkohole, Jodide und durch Jodwasserstoffabspaltung die beiden Menthene dar, welche nach ihrer Entstehung folgende Formel besitzen mußten:

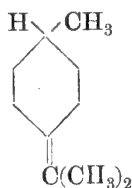


<sup>1)</sup> *Baeyers* Publikationen über Ortsbestimmungen in der Terpenreihe in den Ber. d. D. Chem. Gesellschaft belaufen sich auf 25 „vorläufige Mitteilungen“, denen die Zusammenfassung niemals gefolgt ist.

Durch Wasseranlagerung entstanden daraus tertiäre Alkohole, deren Konstitution hiernach ebenfalls eindeutig feststand.

Bei der Bearbeitung dieses Themas sehen wir so recht die Experimentierkunst *Baeyers*. Als er die tertiären Alkohole mittelst Natrium und Jodmethyl in die Methyläther überführen wollte, fand er Schwierigkeiten. Da versuchte er es mit der flüssigen Legierung des Kaliums und Natriums und es gelang ihm, nun tatsächlich die Methyläther zu gewinnen. Ein anderer wäre wohl kaum auf diesen Weg verfallen, nachdem der erste sich als unangängbar erwiesen hatte.

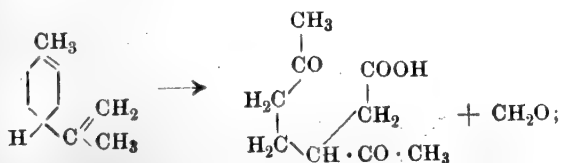
Die nun folgenden Untersuchungen auf dem Terpenegebiet waren nicht so erfolgreich. Sie schufen zwar eine ungeheure Menge wertvollsten experimentellen Materials, welches teilweise noch heute seiner Sichtung harrt, solange man aber in der Meinung befangen war, daß Terpeneol sein Hydroxyl an einem tertiären Kohlenstoff des Ringes enthielt, konnte kein endgültiger Erfolg errungen werden. Damals fehlte noch eine einfache Oxydationsmethode wie diejenige mit Ozon, mittelst der man heute mit Leichtigkeit die Stellung der Doppelbindungen nachweisen kann<sup>1)</sup>. Es gelang *Baeyer* zwar, ein neues Terpen unter den Wasserabspaltungsprodukten des Terpeneols zu isolieren, seine Konstitution als  $\Delta^{1.4}$  (8) Menthadien (Terpinolen) zu beweisen



und damit die Erkenntnis, daß in den natürlichen Terpenen eine semicyclische Bindung, d. h. eine Doppelbindung außerhalb des Ringsystems sich befinde, vorzubereiten, die endgültige Lösung des Problems wurde aber von anderer Seite gebracht, und zwar von *G. Wagner*. *Baeyer* hat diesen Tatbestand mit großer Objektivität anerkannt. Seine Äußerung darüber ist in der Einleitung zur 13. vorläufigen Mitteilung der Ortsbestimmung in der Terpenreihe enthalten.

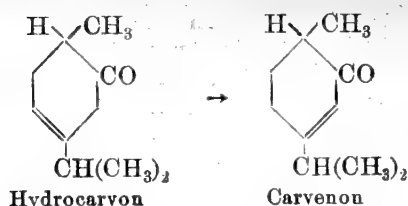
„Einer der größten Fortschritte auf dem Gebiete der Terpenchemie besteht in der Er-

<sup>1)</sup> Bei der Oxydation des Limonens mit Ozon entsteht Diacetylvaleriansäure, deren Bildung genau Aufschluß über die Lage der Doppelbindungen gibt. *H. Neresheimer*, Inaug.-Diss. Kiel 1907.

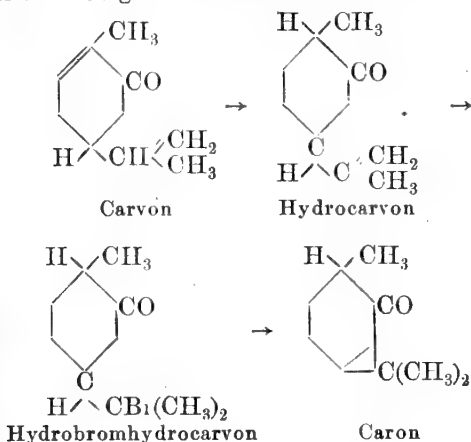


kenntnis, daß das Hydroxyl im Terpeneol nicht in 4, sondern in 8 steht. Dies ist ein Erfolg der Arbeiten von *Wallach* und *G. Wagner*. Es gebührt aber *G. Wagner* das Verdienst, in einer am 22. Juni 1894 eingelaufenen Arbeit diesen Satz zuerst mit Bestimmtheit ausgesprochen zu haben. *G. Wagner* hat sodann in dieser und einer nachfolgenden Arbeit sowie einer in russischer Sprache geschriebenen Abhandlung, in der ich leider nur die Formeln und die Namen lesen kann, die Konsequenzen daraus gezogen. Zunächst zeigt er, daß im Limonen die Doppelbindung in der Stellung 8:9 befindlich sein muß, weil nach meinen Untersuchungen die Stellung 4:8, welche sonst auch noch möglich wäre, dem Terpinolen zukommt, und leitet ferner von demselben Gesichtspunkt aus neue Formeln für das Carvon, Dihydrocarvon, Caron und Pinen ab. *Tiemann* und *Semmler* haben darauf vor kurzem in einer Reihe von Abhandlungen den Experimentalbeweis für die Richtigkeit der Wagnerschen Formel in betreff des Terpeneols, Terpinlimonens, Carvons und Dihydrocarvons beigebracht, finden aber die Pinenformel desselben nicht in Übereinstimmung mit ihren Experimentaluntersuchungen. Es gebührt daher *G. Wagner* meiner Ansicht nach das Verdienst, zuerst richtige Formeln für die Glieder der Terpen- und Pinengruppe aufgestellt zu haben, wenn auch das hierfür notwendige Material größtenteils von andern Händen herbeigeschafft worden ist.“

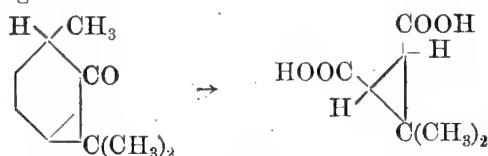
An dieser *Baeyerschen* Darstellung habe ich nur auszusetzen, daß er die Arbeiten *Bredts* nicht genügend würdigt. Wenn *Bredt* nicht im Jahre 1893 die Formel des Kampfers exakt begründet hätte, wäre wohl *Wagner* nicht so leicht auf die Konstitution des Pinens und damit zur Erkenntnis der Lage der Doppelbindungen in Dipenten und Limonen gekommen. Die Umlagerung des Pinens in Bornylchlorid haben *Armstrong* und *Wagner* gleichzeitig richtig gedeutet. — Das oben genannte Caron und seine Umwandlungsprodukte möchte ich noch kurz streifen. Das Caron ist ein Abkömmling des in der Natur verbreiteten zweifach ungesättigten Ketons Carvon, des riechenden Prinzips des Kümmel- und Dillöls. Es war bekannt, daß Carvon und Limonen in nahen Beziehungen stehen, da letzteres in ersteres übergeführt werden kann. Aus dieser Überführung ging auch die Lage einer Doppelbindung in  $\Delta^6$ , bzw. beim Limonen in  $\Delta^1$ , hervor. Die Lage der andern Doppelbindung, welche beiden Körpern gemeinsam war, war unklar. Durch Reduktion geht das Carvon in das Hydrocarvon über, indem die Doppelbindung in  $\Delta^6$  aufgehoben wird. Durch Umlagerung entsteht Carvenon. *Baeyer* nahm nun an, daß die 2. Doppelbindung im Kern gemäß der folgenden Formel gelagert sei:



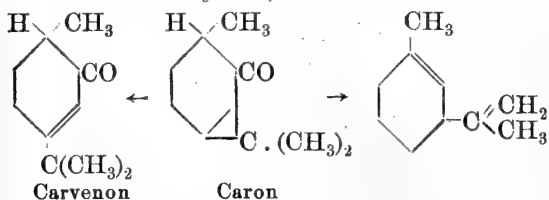
Seine Absicht bestand wohl eigentlich darin, durch Anlagerung von Bromwasserstoff und Wiederabspaltung die doppelte Bindung im Ring in anderem Sinne herumwandern zu lassen. Als er aber diesen Versuch ausführte, erhielt er nicht wieder ein ungesättigtes, wie zu erwarten war, sondern anscheinend gesättigtes Keton, das Caron. Aus den Wagnerschen Anschauungen ergab sich dann folgende Konstitution für dieses Keton:



Den Beweis hierfür konnte Baeyer durch Oxydation zur Dimethyltrimethylen dicarbonsäure erbringen:

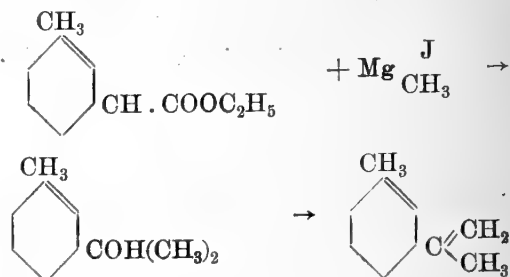


Außerordentlich interessant waren aber die Umwandlungsprodukte. Das Caron kann einerseits durch Lösung des Trimethylenringes in ein Derivat des Paracymols, das Carvenon, übergeführt werden, andererseits durch Trennung des Trimethylenringes an einer andern Stelle in ein Derivat des Metacymols, das Carvestren:



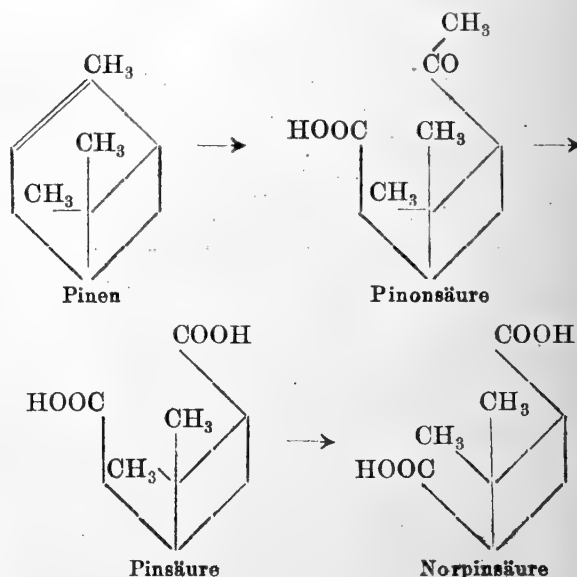
Hier gelang es ihm, die Konstitution des längst bekannten Terpens aus dem Fichtennadelöl, des Sylvestrens, zu erhärten, dessen racemisches Produkt das Carvestren bildet, und den ersten Nachweis zu führen, daß unter den natürlichen Terpenkörpern auch Derivate des Metacymols vorkom-

men. e-Sylvestren bzw. Carvestren sind kürzlich von Havorth und Perkin jr. auf synthetischem Wege gewonnen worden. Der Verlauf der Synthese ergibt sich aus folgenden Formeln:

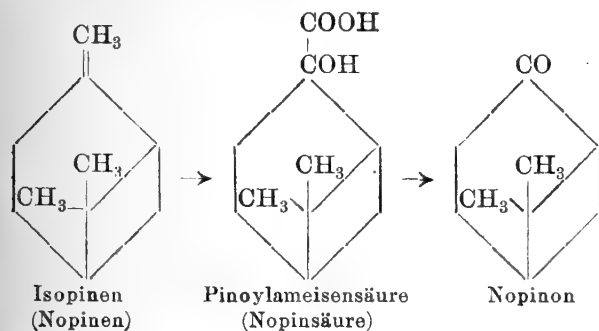


woraus sich die Bestätigung für Baeyers Auffassung ergibt.

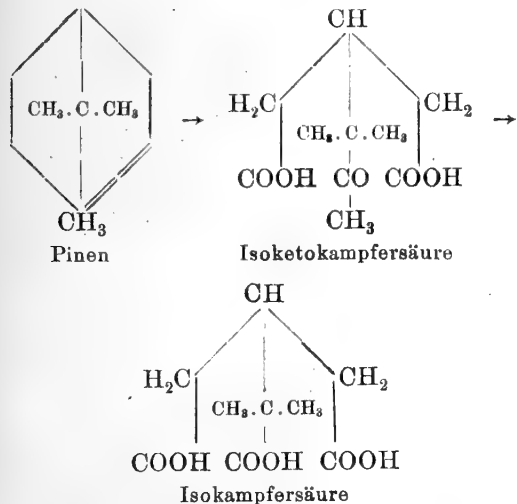
Die Entdeckung des Überganges des Dihydrocarvons in Carvon und dessen Konstitutionsaufklärung scheint mir eine der originellsten Ergebnisse der Baeyerschen Terpenarbeiten zu sein, denn sie stellt die erste Synthese eines bicyclischen Ringsystems dar. Merkwürdigerweise sind diese Arbeiten später von anderer Seite nicht ausgenutzt worden und die Versuche zur Synthese bicyclischer Ringsysteme in der Terpenreihe, welche zum Ziel geführt haben, sind bis jetzt wenig zahlreich. Man kann hier eigentlich nur die Synthese der Kampfersäure bzw. des Kampfers von Komppa erwähnen, die allerdings auf ganz anderem sehr komplizierten Wege ausgeführt wurde. Das Carvon steht in gewissen Beziehungen zu dem natürlichen Pinen, welches nach der Spekulation von Wagner statt des Trimethylens den Tetramethylenring enthalten sollte, und hier sehen wir nun Baeyer einsetzen und durch Oxydationsabbau mit Permanganat das Pinen über die Pinonsäure, Pinsäure zur Norpinsäure, die er als gem. Dimethyltetramethylen dicarbonsäure erkannte, abwandeln.



Die Erkenntnis, daß die gleichzeitig mit der Pinonsäure auftretende Pinoylameisensäure, welche in das Nopinon übergeht, einem Begleiter des Pinens angehört, hat sich erst später allmählich vollzogen.

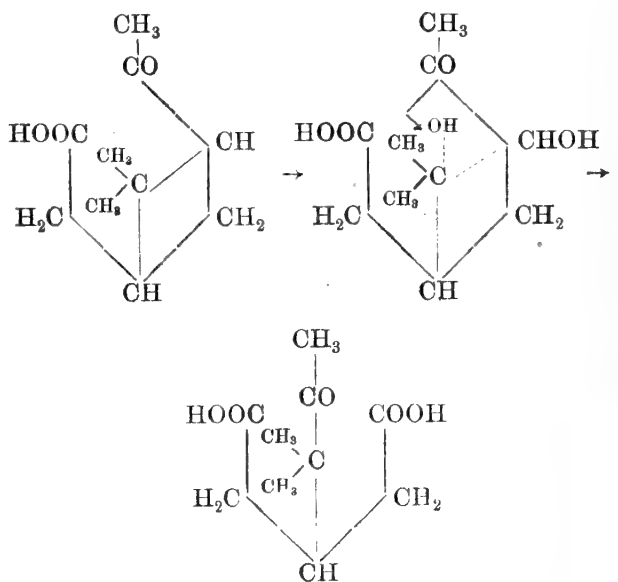


Man muß anerkennen, daß erst die wunder-vollen Arbeiten *Baeyers* den völligen Beweis für die Richtigkeit der *Wagnerschen* Pinenformel erbracht haben, indessen bestehen doch immer noch einige Unklarheiten. Bekanntlich hat *Tiemann* bei der Oxydation mit Chromsäure und Schwefelsäure aus dem Pinen die Isoketokampfersäure erhalten, die bei weiterer Abwandlung zur Isokampfersäure führt. Nach der von *Tiemann* genau ermittelten Konstitution dieser Säuren würde sich aber eine andere Formel für das Pinen ergeben.



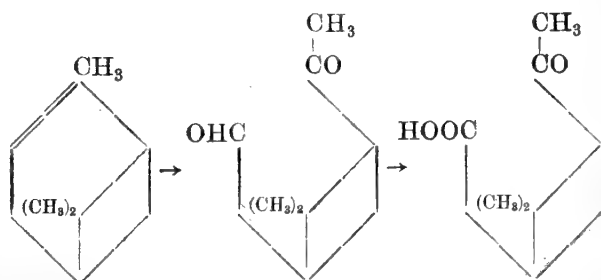
Will man diese verschiedenen Resultate miteinander in Einklang bringen, so muß man annehmen, daß bei einem von diesen beiden Oxydationsverfahren eine Umlagerung des Kohlenstoffgerüsts nach Art des Pinakons bzw. Pinakolins stattfindet. Solche Pinakolinumlagerungen sind sehr zahlreich auf dem Gebiete der bicyclischen Terpenkörper beobachtet worden. Sie wurden zuerst von *Lapworth*, *Blaise* und *Blanc* gedeutet. Es fragt sich nur, bei welchem Eingriff die Umlagerung vor sich geht. Ich bin der Ansicht, daß Permanganat weniger als Chromsäure und Schwefelsäure hierzu geeignet ist, und

habe seinerzeit im Lehrbuch von *Victor Meyer-Jacobson* den Vorgang in der Weise interpretiert, daß die Pinonsäure als erstes Oxydationsprodukt entsteht, welche aber in statu nascendi unter der Einwirkung der Chromsäure über ein hypothetisches Zwischenprodukt, in die Isoketokampfersäure übergeht.



*Tiemann* und auch *Wagner* starben, *Baeyer* gab seine Terpenarbeiten zur selben Zeit auf, und jemand anderes, der diesem schwierigen Problem in experimenteller Hinsicht gewachsen gewesen wäre, hat sich bis jetzt nicht gefunden. Der beste Beweis für meine eingangs erhobene Behauptung, daß bei der mechanischen Auffassung vom Wege der Entdeckungen bei den Naturwissenschaften die Eigenart der Persönlichkeit nicht berücksichtigt wird.

Immerhin kann man einen Beweis für die Richtigkeit der oben angegebenen Hypothese in dem neuerdings untersuchten Verhalten des Pinens gegen Ozon finden. Das Pinenozonid liefert bei der Spaltung mit Wasser den Pinonaldehyd, der sich zur Pinonsäure oxydieren läßt<sup>1)</sup>, die noch optisch aktiv ist.

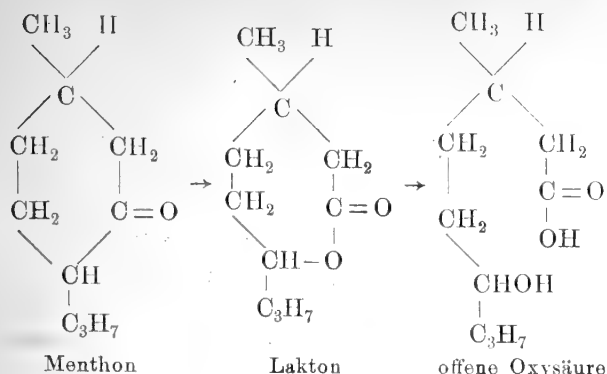


Da nicht angenommen werden kann, daß bei der Zerlegung des Pinenozonids durch Wasser eine

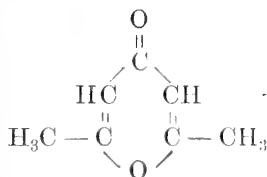
<sup>1)</sup> *H. v. Splaya Neymann*, Inaug.-Diss. Kiel 1910.





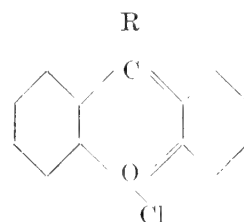


II. Weit zurück hinter dem Beginn der ausführlichen Untersuchungen über die *basische Natur des Sauerstoffs* liegt unter den Ergebnissen der Phtaleinarbeiten das erste, von *Baeyer* selbst geschaffene experimentelle Material: die im Jahre 1876 gemeinsam mit *Emil Fischer* beschriebenen Säureverbindungen des Fluoresceins und des Orcinphtaleins. Es waren dies neben dem von *Friedel* entdeckten Salzsäure-Additionsprodukt des Dimethyläthers die ersten bekannten Kombinationen von Mineralsäuren mit stickstofffreien organischen Substanzen. Man hat derartige Additionsprodukte sauerstoffhaltiger Körper, deren Zahl sich in der Folge vermehrte, für Molekülverbindungen von der Art der Hydrate angesehen, hat bisweilen wohl auch von der Vierwertigkeit des Sauerstoffs gesprochen, aber die ausführliche Bearbeitung dieses Gebiets setzt erst mit dem Jahre 1899 ein, als *Collie* und *Tickle* beim Studium der Säureaddition an *Dimethylpyron*



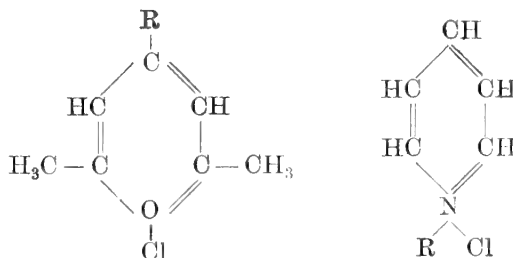
zu dem Schluß kamen, daß in diesen Anlagerungsverbindungen salzartige Derivate des vierwertigen Sauerstoffs anzunehmen seien. Wie die Verbindungen des dreiwertigen Stickstoffs durch Aufnahme von einem Molekül Säure in Ammoniumsalze übergehen, so liefert der zweiwertige Sauerstoff die isologen *Oxoniumsalze*. Im Oxoniumchlorid des Dimethylpyrons findet sich das HCl-Molekül an den Brückensauerstoff angelagert. Im Gegensatz zu den englischen Chemikern, die der Meinung waren, dieser basische Charakter des Sauerstoffs äußere sich nur in seltenen Fällen, wie gerade bei den Pyronen, wiesen dann *Baeyer* und *Villiger* allgemein bei fast allen sauerstoffhaltigen Verbindungen, an Äthern, Alkoholen, Äthylenoxyden, Estern, Aldehyden, Ketonen, diese Eigenschaft nach (1901). Überall ließen sich mit dem von *Baeyer* eingeführten Reagens der komplexen Säuren, wie Ferro- und Ferricyanwasserstoff, Kobaltcyanwasserstoff, Platinchlor-

wasserstoff, die entsprechenden Additionsverbindungen herstellen. Aber viel wichtiger als diese experimentelle Verallgemeinerung sind die späteren Beiträge *Baeyers* zur Oxoniumtheorie. Die Salznatur der vom vierwertigen Sauerstoff abgeleiteten Säureadditionsprodukte stand nicht mit absoluter Sicherheit fest. Gegenüber den Ammoniumsalzen fehlte den Oxoniumverbindungen die einwandfreie Ionisation in wässriger Lösung; das Auftreten von Oxoniumkationen war nicht zweifellos erwiesen. Die bekannten Oxoniumsalze wurden meist durch Wasser vollkommen hydrolytisch gespalten, oder, soweit sie stärkeren Basen angehörten, waren sie Abkömmlinge aromatischer Systeme, wie die besonders von *Werner*, *Decker* und *Kehrmann* untersuchten Xanthyliumsalze vom Typus



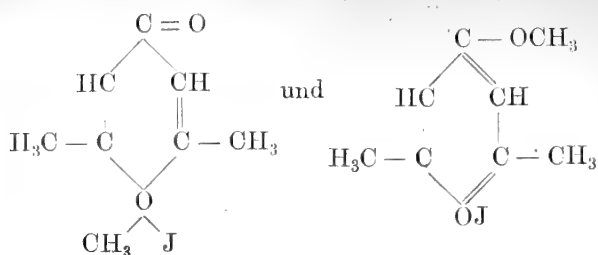
zu denen auch die oben erwähnten „Salze“ der Phtaleine zählen. Wie stark aber durch den Benzolkern das Wesen eines zentralen Atoms verändert wird, das erkennt man deutlich an den Säurederivaten des Triphenylcarbinols.

*Baeyer* hat nun in seinen späteren Arbeiten neuartige Oxoniumsalze des einfachen Pyronsystems beschrieben, welche die Parallele zwischen Oxonium und Ammonium auch in quantitativer Hinsicht vollständig machen. Es sind dies die den quartären zyklischen Ammoniumsalzen entsprechenden tertiären *Pyroxoniumsalze*.

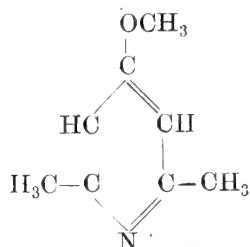


Hier ist der Sauerstoff, gleich dem quartären Stickstoff, zum Träger stark basischer Eigenschaften geworden. Im Grad der elektrolytischen Dissoziation der gelösten Salze besteht in den formulierten Beispielen zwischen Oxoniumsalz und Ammonium- (Pyridinium-) Salz kein Unterschied mehr.

Als erstes tertiäres Pyroxoniumsalz wurde das von *Kehrmann* zuerst dargestellte Jodmethylat des Dimethylpyrons erkannt. Zwischen den beiden Konstitutionsformeln

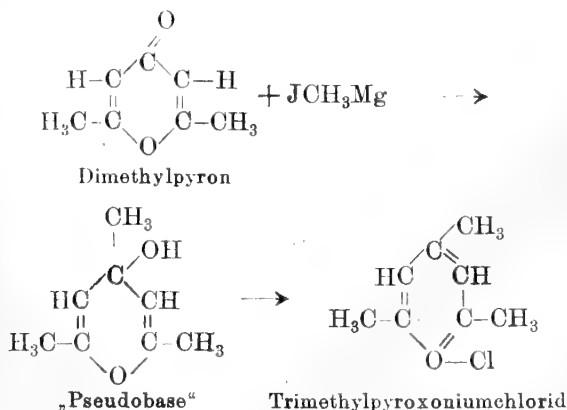


entschied die Umsetzung mit Ammoniak. Es entstand p-Methoxylutidin:

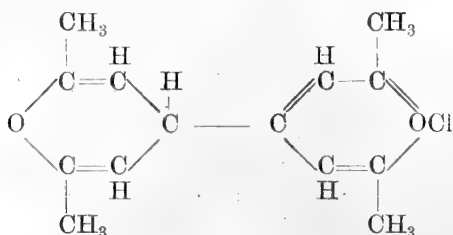


Ob die einfachen Salze der Pyrone auch dem Pyroxoniumtypus angehören, erscheint bei ihrem weitgehenden hydrolytischen Zerfall zweifelhaft.

Die Systematik der einfachen Pyroxoniumsalze wurde durch die Darstellung der Trialkylderivate vervollständigt. Ihre Synthese mit Hilfe der Grignardschen Reaktion veranschaulicht die folgende Gleichung:



Die Beschäftigung mit den Oxoniumverbindungen hat Baeyer bis in die letzte Zeit fortgesetzt. Seine zuletzt erschienene Veröffentlichung (*Liebigs Annalen* 407, 332 [1915]) behandelt die *Reduktion der Pyrone*. Dabei werden sehr interessante Farbstoffe erhalten, die wohl mit Recht als teilchinoide Oxoniumsalze von Dipyrylen aufgefaßt werden. Ihrer Konstitution nach, z. B.



stellen sie die einfachsten Oxoniumfarbstoffe dar und können daher in gewissem Sinn als die Grundsubstanzen der Blütenfarbstoffe, der Anthocyane angesehen werden, denen neuerdings in den schönen Arbeiten von Willstätter eine so ausführliche Aufklärung zuteil geworden ist.

## Adolf von Baeyers Stellung zum Problem der basischen Natur des Kohlenstoffs.

Von Prof. Dr. W. Schlenk, Jena.

Es ist eine in allen Naturwissenschaften häufig zu beobachtende Tatsache, daß manchmal Entdeckungen, welche auf einem kleinen Spezialgebiet gemacht werden, in ihrer Wirkung weit über die Grenzen des nächstliegenden Forschungsbereiches hinausgreifen und auf scheinbar abseits gelegenen Boden befruchtend wirken.

Ein gutes Beispiel hierfür bietet die Geschichte der Forschungen über das Triphenylmethyl. Um für einen als Tetraphenylmethan angesehenen Kohlenwasserstoff indirekt die Konstitution festzustellen, synthetisierte M. Gomberg, der verdienstvolle Bahnbrecher für die neueren Forschungen über freie organische Radikale, Hexaphenyläthan. Das Resultat dieser Arbeit war die interessante, heute als „Triphenylmethyl“ wohlbekannte Substanz. Die Bearbeitung des Triphenylmethylgebietes regte weiterhin zu mancherlei Forschungen an und gab den Anstoß zu interessanten Beobachtungen und bedeutsamen Spekulationen über neuartige Eigenschaften des Kohlenstoffs, unter anderem über die *basische Natur* desselben. A. v. Baeyer spielt auch hier mit seinen Arbeiten eine führende Rolle, und zwar sowohl durch Betätigung glänzender Experimentierkunst als auch durch geistvolle Durchdringung der Theorie der Erscheinungen.

Den speziellen Anstoß zur Erforschung der basischen Natur des Kohlenstoffs gab die folgende, fast gleichzeitig von F. Kehrman und Wentzel einerseits, und von Norris und Sanders andererseits gemachte Beobachtung: übergießt man Triphenylchloromethan (farblose Kristalle) mit kalter konzentrierter Schwefelsäure, so löst es sich darin wie ein anorganisches Chlorid unter Chlorwasserstoffentwicklung, und es entsteht eine intensiv goldgelbe Flüssigkeit, welche bei Zusatz einer genügenden Wassermenge durch Hydrolyse unter vollständiger Entfärbung reines, farbloses Triphenylcarbinol ausscheidet. Chemisch ist der Vorgang so zu definieren, daß die Einwirkung der Schwefelsäure das farblose Triphenylmethylchlorid zu gelbem Triphenylmethylsulfat macht, welches letzteres als Salz einer schwachen Base leicht hydrolysiert wird.

Mit Triphenylcarbinol liefert konzentrierte Schwefelsäure die gleiche gelbe Lösung. Ferner tritt eine analoge Gelbfärbung auf, wenn man eine Lösung des Carbinols in Eisessig mit

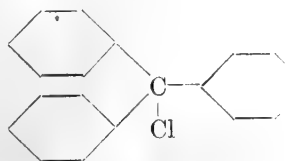
rauchender Salzsäure versetzt; aus der erhaltenen Flüssigkeit läßt sich gewöhnliches Triphenylchlor-methan (farblos) isolieren.

Das letztgenannte Chlormethan trat nach dieser Beobachtung also in zwei Formen auf: in der gewöhnlichen farblosen und in einer gelben. Da, wie wir sehen werden, das Farbproblem mit der Frage nach der basischen Natur des Kohlenstoffs in engem Zusammenhang steht, so erscheint es zweckmäßig, gleich hier einen kurzen Überblick über das umfangreiche einschlägige Material zu geben, das durch die Arbeiten einer Reihe von Chemikern zutage gefördert wurde. Zusammenfassend läßt sich folgendes sagen:

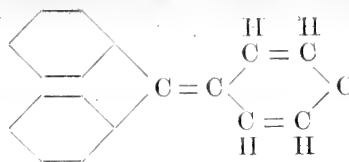
1. Triphenylcarbinol und seine Äther sind nur in farblosem Zustand bekannt.
2. Die Triphenylmethylhalogenide (Chlorid und Bromid) sind an sich ebenfalls farblos. Durch Anlagerung ganz verschiedenartiger Addenden (Halogen, Halogenwasserstoff, Schwefeldioxyd, Metallhalogenide, Phenol) gehen sie in gefärbten Zustand über.
3. Gewisse salzartige Derivate des Triphenylcarbinols kennt man überhaupt nur in farbigem Zustand. Dies gilt für die Sulfate, Nitrate und das Perchlorat.

Was hier für das Triphenylcarbinol und seine Abkömmlinge gesagt ist, gilt auch für sämtliche analogen Triarylmethylverbindungen. Die Farben treten bei manchen der letztgenannten sogar noch viel frappanter in Erscheinung. Denn während die farbigen Derivate des Triphenylcarbinols ein — allerdings recht intensives — Gelb oder Gelbbraun zeigen, besitzen manche andere Triarylmethylsalze (z. B. die Derivate des Triortho-anisylcarbinols und des Tribiphenylcarbinols) in Lösung prächtig leuchtende violette Farbe von außerordentlicher Intensität.

Kehren wir zurück zur historischen Entwicklung unseres Gegenstandes. Aus der Beobachtung, daß das farblose Triphenylchlor-methan unter besonderen, oben erwähnten Umständen gefärbt erscheint, folgerte *Kehrmann*, daß die Verbindung in zwei, vielleicht desmotropen, Formen existiere, einer farblosen und einer gelben. Für die farblose Form kam nur die bisher angenommene Strukturformel

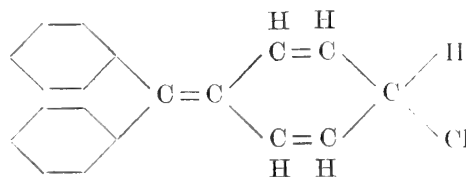


in Frage. Die Erklärung der gefärbten Form gründete *Kehrmann* auf eine, nachträglich allerdings als unrichtig erwiesene, Arbeit von *Norris* und *Sanders*, nach welcher Triphenylmethyl als Diphenyl-phenylen-methan,



aufgefaßt wurde, somit als chinoide Verbindung mit einem zweiwertigen Kohlenstoffatome.

Zu dieser Stammsubstanz sollte das gelbe Triphenylchlor-methan in gleichem Verhältnis stehen, wie das Chlorammonium zum Ammoniak; d. h., das gefärbte Chlorid sollte ein einfaches Chlorwasserstoff-Additionsprodukt von folgender Konstitution sein:



Beschäftigt mit der Erforschung der basischen Eigenschaften des Sauerstoffs, hatte *Baeyer* seine Aufmerksamkeit in jener Zeit (1901) auf die gefärbten Salze des Dibenzalacetons gelenkt, Verbindungen, die in mancher Beziehung Ähnlichkeit zeigen mit den farbigen Triarylcabinolsalzen. Es lag für ihn deshalb nahe, sich mit dem oben skizzierten Strukturproblem zu befassen, um so mehr, als er damals gerade die ersten Grundsteine zu seiner systematischen Erforschung der Triphenylmethanfarbstoffe gelegt hatte.

Festhaltend an der damals noch umstrittenen, späterhin als einwandfrei richtig erwiesenen Auffassung *Gomberg's*, daß im Triphenylmethyl ein in freiem Zustand existenzfähiges organisches Radikal vorliegt, stellte *Baeyer*, zusammen mit *V. Villiger*, der Meinung *Kehrmann's* eine andere gegenüber. Er faßte das Triphenylmethyl auf als ein zusammengesetztes organisches Metall, etwa entsprechend dem zusammengesetzten Metall „Ammonium“ der anorganischen Chemie, ein Metall, dessen Hydroxyd (das Triphenylcarbinol) zwar nicht basisch reagiert, das aber doch zur Bildung von Salzen befähigt ist. Die farblosen Derivate des Triphenylcarbinols sprach *Baeyer* als *esterartige Verbindungen* an, in welchen sich der Triphenylmethylrest nicht im Metallzustand befindet. In den gefärbten Abkömmlingen dagegen sah er Salze des zusammengesetzten Metalles.

In der Schwäche der Basizität des Triphenylcarbinols lag eine Schwierigkeit für die experimentelle Begründung dieser Auffassung. Deshalb suchten *Baeyer* und *Villiger* durch geeignete Substitution der Phenylgruppen diese Basizität zu steigern. Es gelang ihnen dies dadurch, daß sie an Stelle der Phenylreste Anisylgruppen in das Carbinolmolekül einführten. Sie erhielten so z. B. im Tri-p-anisylcarbinol ein organisches Hydroxyd, das, im Gegensatz zum Triphenylcarbinol,

schon mit verdünnten wässerigen Säuren glatt Salze bildete.

Da die Einführung der ersten, zweiten und dritten Anisylgruppe in das Carbinol die Basizität sichtlich nicht in gleichem Maße beeinflusste, so stellten *Baeyer* und *Villiger* eine systematische Untersuchung an über die Steigerung der basischen Eigenschaften des Triphenylcarbinols bei dieser sukzessiven Substitution. Dabei brachten sie eine überraschende Gesetzmäßigkeit an den Tag. Ihre Untersuchung ergab nämlich folgendes: Setzt man die Stärke der Basizität des Triphenylcarbonols zahlenmäßig gleich 1, die des Diphenyl-p-anisylcarbinols gleich  $1+n$ , so entspricht der Basizität des Phenyl-di-p-anisylcarbinols und des Tri-p-anisylcarbinols nicht etwa, wie man vermuten könnte, der Wert  $1+2n$  bzw.  $1+3n$ ; es nähern sich vielmehr die Zahlenwerte einer Potenzreihe  $1+n$ ;  $(1+n)^2$ ;  $(1+n)^3$ . Dies läßt die wichtige Tatsache erkennen, daß der Vorgang der Basizitätssteigerung nicht ein einfach additiver ist. Wie nachher gezeigt werden wird, spielt dieser Umstand bei der Beurteilung der Konstitution der gefärbten Carbinolderivate eine Rolle.

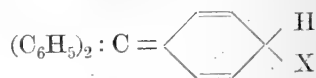
*Baeyers* Annahme einer salzartigen Natur der gefärbten Triarylcarbinolabkömmlinge war zunächst darauf gestützt, daß einerseits die Bildungsweisen dieser Verbindungen in vollkommener Analogie stehen mit solchen anorganischer Salze (Einwirkung von Säure auf Carbinol; Umsetzung der Chloride mit Schwefelsäure unter Chlorwasserstoffentwicklung; Wechselersetzung der Halogenide mit Silbersalzen), und daß andererseits die Verbindungen ebenso wie manche Metallsalze durch Wasser leicht hydrolysiert werden. Einen positiven Beweis für die Richtigkeit der Anschauungen *Baeyers* lieferten nachträglich einige Leitfähigkeitsversuche.

Ein wahres Salz besitzt bekanntlich die Eigenschaft, im entsprechenden Lösungsmittel elektrolitisch zu dissoziieren. Für ein Triarylcarbinol-salz konstatierte diese Eigenschaft als erster *Walden*, indem er feststellte, daß die gelbe Lösung von Triphenylchlormethan in verflüssigtem Schwefeldioxyd ein guter Elektrolyt, eine gleiche Lösung von Triphenylbrommethan sogar ein ausgezeichnete ist. *Schlenk* und *Herzenstein* zeigten später, daß es sich bei dem von *Walden* gefundenen Leitvermögen nicht etwa um einen undurchsichtigen komplizierten Vorgang handelt, sondern um eine normale elektrolitische Spaltung. Sie konnten nämlich, als sie die Elektrolyse von Triphenylbrommethan in einem größeren Maßstab vornahmen, im Kathodenraum ihrer elektrolitischen Zelle das Vorhandensein einer beträchtlichen Menge freien Triphenylmethyls, also des entladenen zusammengesetzten Metalls, nachweisen. Von *K. A. Hofmann* wurde außerdem mit dem gleichen positiven Resultat eine Lösung von Triphenylmethylperchlorat in Dichloräthylen auf ihr Leitvermögen geprüft.

Nicht abzutrennen von der Frage nach der basischen Natur des Kohlenstoffs in den Triarylcarbinolen waren die Spekulationen über den Zusammenhang zwischen der Farbe und der Konstitution der Carbinolsalze; denn es war von Anfang an sehr augenfällig, daß nur die farbigen Carbinolderivate Salznatur besitzen. Dieser Punkt führt zu einem Thema zurück, das oben schon berührt wurde, nämlich zur Konstitutionsklärung der Triarylcarbinolsalze.

Waren in der Anerkennung der basischen Eigenschaften der Triarylcarbinole die Meinungen der Beteiligten ziemlich übereinstimmend, so trennten sich die Forscher nach ihren Anschauungen bezüglich der Konstitutionsfragen in zwei Gruppen.

Einerseits nahm man mit *Kehrmann* und *Wentzel* für die gefärbten Salze eine chinoide Struktur an, wie sie durch die Formel



zum Ausdruck kommt. Vor allem versuchte *Gomberg*, durch umfangreiche Experimentaluntersuchungen die Richtigkeit dieser Auffassung zu erweisen. Als prägnanten Ausdruck für die Natur solcher Salze schuf er den Namen „Chino-carboniumsalze“.

*Baeyer* lehnte die Konstitutionserklärung *Kehrmanns* ab. Er sah unter Verzicht auf die Annahme einer chinoiden Struktur den Grund des Wesensunterschiedes zwischen den farblosen (esterartigen) und den gefärbten (salzartigen) Verbindungen in einem physikalischen, chemisch nicht formulierbaren Unterschied des jeweiligen Zustandes des ganzen Triarylmethylrestes. Die vorhandene jonogene Bindung nannte er „Carboniumbindung“, die Triarylcarbinolsalze dementsprechend Carboniumsalze. In der Formulierung deutete er den besonderen Valenzzustand durch ein besonderes Symbol an, wie es folgendes Formelbild des Triphenylmethylsulfates zeigt:



Das für die Würdigung der beiden Anschauungen beigebrachte experimentelle Material ist so umfangreich, daß an eine nur halbwegs vollständige Wiedergabe an dieser Stelle nicht zu denken ist. Es können vielmehr nur einige wenige besonders instruktive Arbeiten Erwähnung finden.

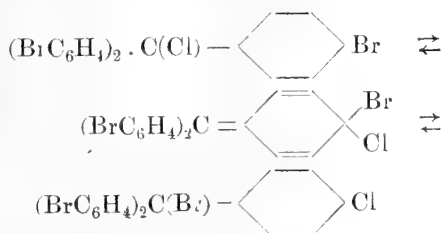
Zunächst wies *Baeyer* darauf hin, daß sein oben bereits angeführtes Potenzengesetz gegen eine chinoide Struktur spricht. Denn in einem chinoiden Molekül würde einer der drei Benzolkerne, nämlich der chinoide, eine ganz besondere Rolle spielen. Im Gegensatz hierzu läßt aber das Potenzengesetz erkennen, daß die drei Arylgruppen gleichartige Funktionen besitzen.

Einen weiteren Einwand gegen die Chinocarboniumtheorie gründete *Baeyer* auf folgenden Gedanken: wenn die Metallhalogeniddoppelsalze der Triarylmethylhalogenide chinoid sind, so ergeben sich für die Eisenchloridverbindungen des Tri-p-chlor-triphenylmethylbromids und des Tri-p-bromtriphenylmethylchlorids die folgenden Formeln:



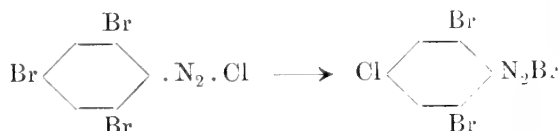
In beiden Strukturbildern sind die chinoiden Gruppen der Moleküle identisch. Die durch Einwirkung von Wasser bewirkte Hydrolyse der formulierten Doppelsalze führt jedesmal zu einem Carbinol. Es ist klar, daß, die Richtigkeit der obigen Konstitutionsauffassung vorausgesetzt, bei diesen Hydrolysen in beiden Fällen eine gleiche Menge Chlor oder Brom austreten mußte. *Baeyers* Versuche ergaben jedoch, daß das Bromid des Trichlorderivats ausschließlich Brom, das Chlorid des Tri-Bromderivats ausschließlich Chlor abspalten läßt. Die logische Folge dieser Feststellung ist, daß die Voraussetzung der chinoiden Struktur unrichtig sein muß.

So überzeugend diese Darlegungen *Baeyers* auch sind, so brachten sie doch keine endgültige Lösung der Frage. Denn *Gomberg* konnte einen Versuch entgegenstellen, der seinerseits wieder sehr für die Chinocarboniumtheorie sprach. *Gomberg* zeigte nämlich, daß das p-Tribrom-triphenylmethylchlorid in seiner gelben Lösung in verflüssigtem Schwefeldioxyd sich teilweise in p-Dibrom-p-Chlortriphenylcarbinolbromid umlagert, entsprechend einem Gleichgewichtszustand



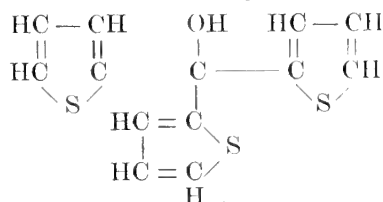
Gegen diese Beweisführung erhoben *Schlenk* und *Marcus* den Einspruch, daß der besprochene Versuch mit Bestimmtheit nur eine erhebliche Lockerung der Bromatome in der gefärbten Lösung des p-Tribrom-triphenylmethylchlorids erweist. Tatsächlich muß eine solche Auflockerung aber nicht notwendig in einer chinoiden Struktur des Moleküls begründet sein, da sie auch bei benzoiden Verbindungen zu beobachten ist. So läßt sich als vollkommenes Analogon ein von *Hantzsch* bearbeiteter Fall heranziehen, in welchem eben-

falls ein jonogenes Chloratom mit einem nicht jonogenen Bromatom, und zwar ohne chinoide Zwischenstufe, Platz und Funktion vertauscht. Es ist das die Umlagerung von Tribrom-benzoldiazoniumchlorid in Dibrom-monochlor-benzoldiazoniumbromid.



Der formulierte Vorgang vollzieht sich sehr rasch in der kalten alkoholischen Lösung der Verbindung.

Einige Bedeutung für die Beurteilung der Konstitution dürften auch Untersuchungen besitzen, die vor kurzem gleichzeitig und unabhängig *Tschitschibabin* einerseits und *Schlenk* und *Ochs* andererseits ausführten. Diese Arbeiten zielten dahin, ein Triarylcarbinol, dessen aromatische Gruppen eine chinoide Bindung überhaupt nicht zulassen, auf sein Salzbildungsvermögen zu prüfen. Als Untersuchungsgegenstand diente das vorher unbekannte Tri- $\alpha$ -thienylcarbinol,



Als Resultat ergab sich die wichtige Erkenntnis, daß dieses Carbinol sehr wohl zur Bildung gefärbter Salze befähigt ist. Das von *Schlenk* und *Ochs* isolierte Trithienylmethylperchlorat zeigte in bezug auf Farbe und Leitfähigkeit seiner Lösung sogar eine überraschende Ähnlichkeit mit dem Triphenylmethylperchlorat. Die Anhänger der Chinocarboniumtheorie haben sich zum Ergebnis dieser letzten Untersuchungen noch nicht geäußert, und es wäre deshalb nicht ganz objektiv, zu behaupten, daß die von *Baeyer* von Anfang an vertretene Anschauung nun endgültig als richtig erwiesen ist.

Die obigen kurzen Ausführungen über die Meinungsunterschiede bezüglich der Konstitution der Carboniumsalze mögen vielleicht in einem dem Gebiet etwas fernstehenden Leser den Eindruck erweckt haben, es handle sich hier im Grunde um einen Streit um Striche. Wer *Baeyer* kennt, der weiß freilich, daß diesem großzügigen Gelehrten nichts ferner liegt als Haarspalterei. Der enge Zusammenhang mit der basischen Natur des Kohlenstoffs macht diese Konstitutionsfrage eben zu einem fundamentalen Problem. *Baeyers* Verdienst ist es, als einer der Ersten ihre Wichtigkeit erkannt und ihren Ausbau gefördert zu haben.





# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 45.

5. November 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Auswertung der Bodenorganismen des Meeres.  
Von *Prof. Dr. V. Hensen, Kiel*. S. 601.

Über die Bestimmung der Solarkonstante und den dabei zutage getretenen Lichtwechsel der Sonne. Von *Dr. Erwin Freundlich, Neubabelsberg*. S. 606.

### Besprechungen:

Wolf, Max, Stereoskopbilder vom Sternhimmel.  
Von *M. von Rohr*. S. 609.

Arndt, Kurt, Handbuch der physikalisch-chemischen Technik für Forscher und Techniker.  
Von *Alfred Coehn*. S. 610.

Entgegnung. Von *H. E. Boeke*. S. 611.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Die österreichisch-ungarischen Küstenländer. S. 611.

## Projektions-Apparate Liesegang

Man verlange  
Listen!



Neu!

Hochkerziges

Neu!

## GLOBOSCOP

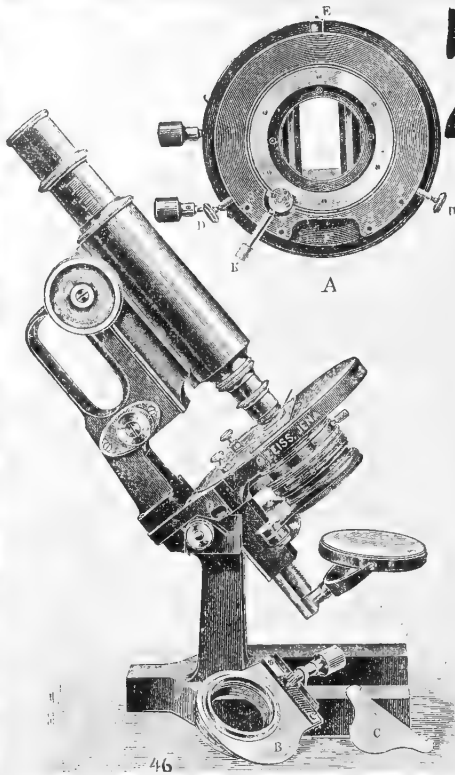
entwirft scharfe, helle Lichtbilder nach jedem Papierbild. An jede elektrische Lichtleitung anzuschließen.

**Proj.-Apparate für Halbwattlampen!**

**Lichtbilder vom Kriegsschauplatz!**

**Ed. Liesegang, Düsseldorf**

Brieffach 124



# ZEISS

## MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-  
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-  
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

*Prospekt M 130 kostenfrei.*

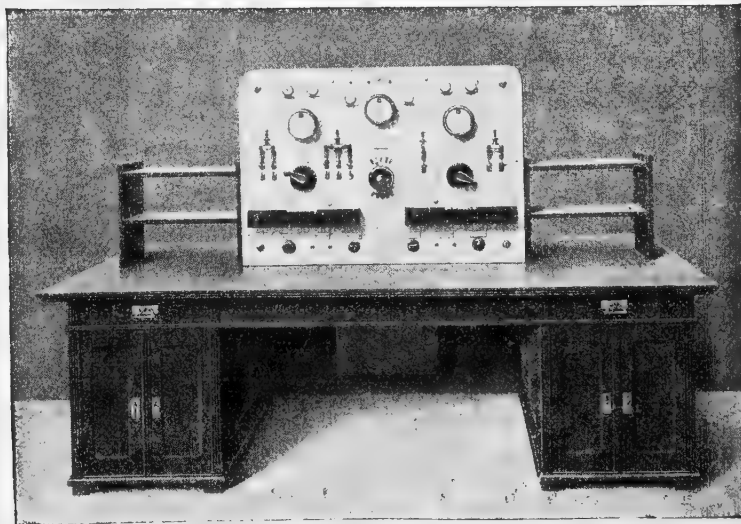
Berlin  
Wien  
Hamburg



Buenos  
Aires

# Siemens & Halske A.-G.

## Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Arbeitstisch für Elektrolyse, mit 4 Arbeitsplätzen und Experimentierschalttafel; für ein chemisch-physikalisches Laboratorium

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

5. November 1915.

Heft 45.

## Die Auswertung der Bodenorganismen des Meeres.

Von Prof. Dr. V. Hensen, Kiel.

Im Laufe der Zeiten dürfte es erforderlich werden, den Meeresboden an den Küsten einer gewissen Kultur zu unterwerfen. Es wird gerechnet, daß 1 Hektar dänischer Gewässer jährlich 10 bis 20 kg eßbarer Fische ergibt, während die gleiche Fläche deutscher Süßwasserseen 50 bis 100 kg und gutgehaltene Karpfenteiche das Mehrfache davon liefern. Über Untersuchungen, die in letzter Linie auf Vermehrung der den Meeresboden abweidenden Fische und eßbaren Wirbellosen hinauslaufen, aber zunächst namentlich wissenschaftliche Vorarbeiten für dies verwickelte Problem sind, soll hier berichtet werden.

Es handelt sich dabei um Arbeiten der dänischen biologischen Station durch seinen Direktor C. G. Joh. Petersen und dessen Gehilfen<sup>1)</sup>. Für derartige Arbeiten ist die dänische Station in besonders günstiger Lage. Die dänischen Inseln, Jütland und der Limfjord bieten eine sehr große Fläche von Küstengewässern und Buchten, die alle Verschiedenheiten von ruhigen Einbuchtungen mit brakischem Gewässer bis zu dem stark bewegten und recht salzigen Küstenwasser der Nordsee aufweisen. Ein den Zwecken entsprechendes Dampfboot mit Wohnraum für den Direktor, seinen Gehilfen und für die Mannschaft bildet einen Hauptteil der Station und gestattet längeren Aufenthalt an jedem Ort der Küste bei nicht zu stürmischer Witterung.

Das Programm der Station lautet: Gewinn der Kenntnis aller der naturwissenschaftlichen Tatsachen, die Bedeutung für die Förderung der Fischerei und für die bezügliche Gesetzgebung haben können. Um zu zeigen, wie die Station dabei neben ihren wissenschaftlichen Leistungen ihre Kosten (30 000 Kronen gleich 36 000 Mark) vergütet, sei folgendes erwähnt. Durch Fischereiversuche mit verbessertem Gerät wurde die Anwesenheit von großen Mengen von Schollen im großen Belt nachgewiesen. Die Folge war, daß der Jahresertrag der dortigen Fischerei, der im Jahr 1899 nur bis 100 000 Kronen ging, rasch wuchs und 1912 das Zehnfache erreicht hat. Allerdings kam zu Hilfe, daß Motorboote bei der Fischerei eingeführt waren. Die Station ver-

anlaßte ferner, daß von der massenhaft an der jütländischen Küste vorkommenden Schollenbrut jährlich etwa zwei Millionen Stück mit 20 000 Kronen Kosten in die Thisted-Breite und andere innere Breiten des Limfjords, die vorher nur von wenig Schollenbrut erreicht waren, hinein verpflanzt wurden. Der Jahresertrag der Schollenfischerei vermehrte sich dadurch um 100 000 bis 200 000 Kronen. Die Untersuchungen der dortigen Gewässer wiesen einen so reichen Besatz mit Austernbänken nach, daß das Regal von jährlich 70 000 auf 145 000 Kronen erhöht werden konnte.

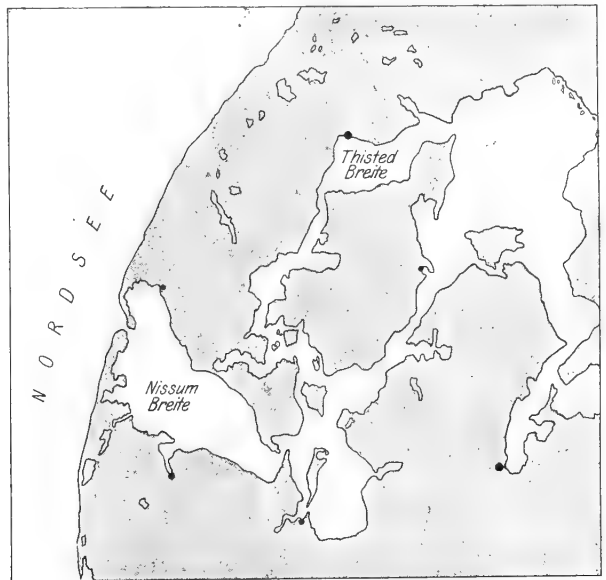


Fig. 1. Der westliche Teil des Limfjords mit seiner Ausmündung in die Nordsee und der Nissum- sowie Thisted-Breite.

Petersen hat in den letzten sechs Jahren den Besatz des Meeresbodens an lebenden Organismen quantitativ zu bestimmen gesucht. Es geschah dies durch Stichproben von mindestens 1 m<sup>2</sup> Bodenfläche. Dies Verfahren ist gerechtfertigt, weil sich fast alle Bodenbewohner durch Keime fortpflanzen, die mit dem Plankton umher getrieben werden und daher überallhin in solcher Menge kommen, daß der Boden überreichlich mit den Tieren und Pflanzen, die dort leben können, besät wird.

Der Boden der Ostsee, des Kattegatts und Skagerraks, des Limfjords und zum Teil der Nordsee wird von einer Detritusmasse überspült und überzogen. Der Darmkanal der überwiegenden Artenzahl der Bodentiere ist mit dieser Detritusmasse völlig ausgefüllt. Selbst wenn die Tiere,

<sup>1)</sup> Beretning til Landbrugsministeriet fra den danske biologiske Station Bd. XX bis XXIII. 1911 bis 1915. Auch als Report of the Danish biological Station der gleichen Bände und Jahrgänge mit geringen Kürzungen erschienen. Kopenhagen, G. E. C. Gad.

wie z. B. die Miesmuscheln (*Mytilus edulis*), mehrere Meter hoch an Pfählen über dem Boden sitzen, ist ihr Gedärm davon erfüllt. Dies zeigt, daß der Detritus lange Zeit umher treibt, ehe er sich festsetzt.

Für seine bezüglichen Untersuchungen hat *Petersen* folgende Apparate gebraucht: 1. An einem Bleilot ist ein Glasrohr von 40 cm Länge, 1 bis 2 cm Lumendurchmesser und 2 mm Wanddicke so befestigt, daß es das Lot um einige Zentimeter überragt. Ausgeworfen stantzt es aus nicht steinigem Boden eine Grundmasse aus, die bei dem Aufholen in ihm sitzen bleibt. Die oberste Lage dieser Säule zeigt eine braune Detritusschicht von bis zu 2 mm Dicke, darüber schwimmen nicht selten noch Detritusflocken. Durch diesen Apparat kann also über das Vorkommen des Detritus ein Urteil gewonnen werden. 2. Als De-

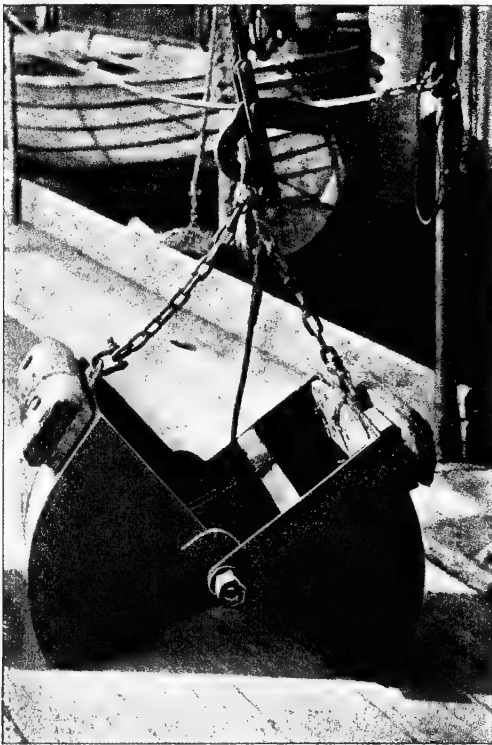


Fig. 2. Die Bodenschaufel offen, zur Ausgabe fertig. Die beiden, mit Gewicht beschwerten Flügel greifen in den Boden ein. Sobald das tragende Seil schlaff wird, geht der Haken, an dem die Ketten hängen, hoch und die Ketten fallen ab. Bei dem Aufziehen zieht das in der Mitte verlaufende Drahtseil zunächst durch eine hier nicht sichtbare, Rollenführung die Flügel zusammen, auf denen sich daher die Bodenschicht lagert und darauf hoch geholt wird.

tritussammler diente ein eisernes Rohr von 50 cm Durchmesser und Höhe mit hölzernem Boden. Er blieb ein oder mehrere Wochen stehen und es fand sich, daß für die Thisted-Breite täglich zwischen 0,07 und 2,24 g auf 1 m<sup>2</sup> Fläche abgesetzt wurden. Wenn das Wasser über ebenem Grund *hinströmt*, wird indessen der Absatz eine andere Größe haben. 3. Die Bodenschaufel

(Bundhenter) holt eine Bodenlage von 0,1, eine größere von 0,2 m<sup>2</sup> in unveränderter Lagerung an Deck. Die Masse wird dann durch einen Satz von Sieben von dem tierischen Inhalt, der zum Teil vergraben liegt, abfiltriert und so die nicht mikroskopische Tierwelt daraus gewonnen. In steinigem Boden kann der Apparat natürlich nicht dienen. Die Fauna an festgewachsenen Tieren kann also nur durch Taucher festgestellt werden, auch sehr tief vergrabene Tiere, *Arenicola* und *Mya arenaria*, die übrigens nicht in größere Meerestiefen gehen, werden nicht alle gewonnen, da die Schaufel meistens nur 4 bis 5 cm tief gräbt. Von der oberen, leicht beweglichen Detritusmasse fließt oft etwas mit dem Wasser ab. Es wurde meistens so oft an Ort und Stelle gearbeitet, daß mindestens eine Fläche von einem m<sup>2</sup> gehoben wurde. Es ist überraschend, daß zufolge vergleichender Versuche die gewöhnliche Dredge nur 3 bis 4 % dessen aufbringt, was die Bodenschaufel als Bewohner des Grundes nachweist. Die selteneren, erst je auf eine größere Anzahl von m<sup>2</sup> vorkommenden Tiere werden natürlich mit der leicht größere Strecken abfischenden Dredge besser erbeutet.

Da sich, wie später nachgewiesen wird, die meisten Bodentiere wirklich durch die tote Detritusmasse ernähren, hat *Boysen Jensen* sich näher mit deren Untersuchung beschäftigt.

Die mikroskopische Untersuchung ergab neben *sehr viel* feinem Sand und Tonschlamm (Schlick) einige Diatomeen, Panzer von Krebsen und Peridineen, zerfallende Pflanzenzellen, Fäkalmassen und Bakterien, als *Hauptanteil* der organischen Substanz eine feinkörnige Masse, die in dem Darm mancher Bodentiere den alleinigen organischen Bestand ausmachte, weil bei diesen die größeren Bestandteile durch Filtration bei der Nahrungsaufnahme ferngehalten werden. Es müssen jedoch, wie ich bemerken möchte, wenigstens zu gewissen Zeiten, noch Keime von pflanzlichen Planktonen, z. B. von *Chaetoceras*, ferner Samen und Eischalen der Tiere, die ja relativ zu deren Körpermasse überaus reichlich gebildet werden, vorkommen. Immerhin war eine merkbare Beteiligung der Planktonorganismen in den flachen dänischen Gewässern nicht nachzuweisen. Die Zentrifugierungen des Wassers ergaben eine nur geringe Menge von Nanoplankton, so daß auch dieses für die Bildung des Detritus ohne Bedeutung zu sein scheint. Die Quelle der Hauptmasse des organischen Detritus mußte daher anderweit gesucht werden.

Der Bestand an C und N wurde nach *Kiel-dahls* Verfahren bestimmt. Der trockne Detritus aus den Sammlern ergab 1,70 % C, sonst lagen diese Werte zwischen 0,34 und 10,1 %. Ersterer Wert stammt aus 10 m Tiefe der Nordsee, letzterer aus 3,5 m Tiefe des Isefjords, Nord-See land. Als Mittel vieler Analysen fand sich der C-Gehalt zu 2 bis 5 % und das Verhältnis C/N lag meistens zwischen 11 und 12. Verdau-



ungsversuche mit Pankreatin ergaben, daß von verdaulicher Eiweißsubstanz etwa 5 g auf 1 m<sup>2</sup> Bodenfläche an den betreffenden Orten zu rechnen sind. Da fortwährend Bakterien auf den Detritus einwirken, ist seine Zusammensetzung notwendig sehr wechselnd.

Die Massen geben mit Chlor-Zink-Jod behandelt stets eine nur sehr schwache Blaufärbung, dagegen gibt Rutheniumrot eine starke Färbung, was darauf hinweist, daß der Hauptanteil organischer Substanz aus *Pectose* (Pentosan) besteht. Die etwas verwickelte quantitative Analyse ergab für trockenen Detritus 0,3 bis 1,0 Pentosan. Die starke Beimischung unorganischer Massen drückt natürlich den Prozentsatz der organischen Massen sehr herab. Der Quotient C/Pentosan fand sich zu 3,84 bis 4,04, einmal zu 6,7. Es fand sich weiter, daß im Plankton aus der Wand der Peridineen wesentlich Cellulose nachzuweisen ist, doch ergab der ja sand- und schlickfreie Planktonfang, daß doch 0,35 bis 1,50 % Pentosan darin enthalten sind. Die Zellwände des Seegrases (*Zostera*) bestehen wesentlich aus *Pentosan*. Trockne grüne *Zostera* ergab 8,4 %, weit im Zerfall begriffene 7,5 %. Die Bakterien, wird angenommen, zehren am Pentosan, so daß sich dieses im Lauf des Zerfalls vermindert. Für die dänischen Küstengewässer hat *Ostenfeld*<sup>1)</sup> versucht und später *Petersen*<sup>2)</sup> es weiter durchgeführt, die Jahreszeugung des Seegrases zu ermitteln. Nachdem die Verbreitung der *Zostera* kartographisch festgelegt worden war, ergab sich, daß in den dänischen Gewässern jährlich etwa 48 Millionen Tonnen entstehen. Dies ergibt etwa viermal soviel, als das Rohgewicht der dort zu findenden Bodentiere beträgt, und ist weit ausreichend die Bedeckung des Bodens mit einer Lage Detritus herzustellen. Nach *Reinkes*<sup>3)</sup> Vegetationskarte der westlichen Ostsee ist der deutsche Anteil dieses Gebiets mindestens ebenso stark bewachsen, wie die dänischen Gewässer.

Über den Vorgang der Detritusaufnahme geben Aquarienbeobachtungen Aufschluß. Von 6 im Schlick vergrabenen Bivalven, *Macoma calcarata*, haben 4 ihren Siphon lang ausgestreckt und nehmen kleine Detritusmassen auf, die man in den Röhren dahingleiten sieht (Fig. 3). Zwei werfen aus dem kurz eingezogenen Siphon den durch den Darm hindurch gegangenen Detritus als staubförmige Masse wieder aus. Ähnliches läßt sich auch von anderen Bodenbewohnern direkt beobachten. Nachdem schon die Kieler Zoologen, *Rauschenplat*<sup>4)</sup> und *Eichelbaum*<sup>5)</sup> ziemlich ausgedehnte Untersuchungen des Darminhalts der

Bodentiere mitgeteilt hatten, ist von *Blegvad*<sup>1)</sup> eine sehr umfassende und eingehende Prüfung der Nahrung fast aller in den dänischen Gewässern vorkommenden Bodentiere ausgeführt worden. Es können unterschieden werden: reine Detritusfresser, Pflanzen- und Detritusfresser, Pflanzen-, Tier- und Detritusfresser, Tier- und Detritusfresser, Pflanzen- und Tierfresser, reine Pflanzenfresser und reine Tierfresser. Danach läßt sich, wenngleich nicht ganz scharf, eine Gruppe von *Konsumenten* und eine andere von *Produzenten* unterscheiden. Tiere, deren Zuordnung zweifelhaft ist, fallen kaum ins Gewicht. Produzenten sind die Bivalven, die Bodennascidien, die meisten Borstenwürmer, einige Gastropoden und sehr viele Arten von Echinodermen.

Aus den Entleerungen der größeren Bivalven, die nahe gleich der aufgenommenen Detritusmasse sind, wurde bestimmt, daß 100 g Trockengewicht Bivalven in 24 Stunden etwa 2,4 g De-

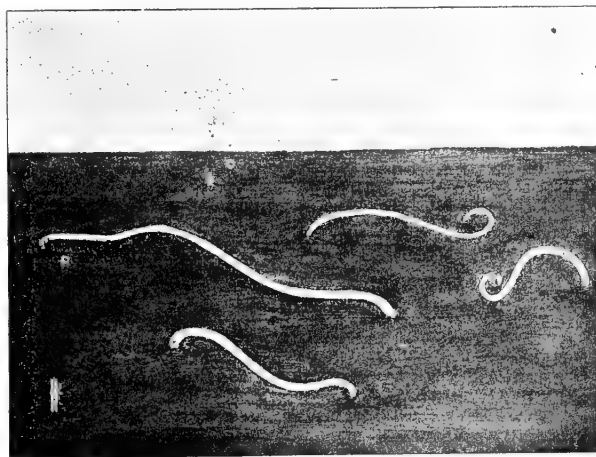


Fig. 3.

tritus aufnehmen. Das gleiche dürfte annähernd für alle Muscheln gelten. In der Tiefe von 33 m fanden sich im Kattegatt bei Samsø deren 3500 g pro m<sup>2</sup>; der Tagesbedarf würde hier also 4 kg pro m<sup>2</sup> betragen, aber ein so großes Tiergewicht wird keineswegs überall gefunden, nur zeigt dies, daß sehr reichlich Detritus vorhanden sein muß.

Abgesehen von dem Fall, daß man auf Muschelbänke stieß, ergab die Bodenschaufel zuweilen einen so dichten Tierbesatz, wie ihn Fig. 4 zeigt. Der Besatz von 0,1 m<sup>2</sup> wird hier verkleinert dargestellt (Fig. 4). Es finden sich darauf 2 *Brissopsis*, viele *Amphiuren*, eine *Mya*, sonstige Muscheln, viele Turitellen, ein Borstenwurm und zerbrochene Planarien. Meistens ist der Besatz weniger dicht und selbst sehr spärlich.

*Petersen* hat den Besatz von über 250 Bodenflächen verzeichnet, wobei meistens 1 m<sup>2</sup>, oft aber auch 2,5 und selbst 5 m<sup>2</sup> Bodenfläche gehoben waren. An bestimmten Arten (die Würmer wur-

<sup>1)</sup> Bretninger Bd. XVI.

<sup>2)</sup> Mindeskrift for Japetus Steenstrup 1915.

<sup>3)</sup> *Reinke*, Algenflora Sechster Bericht d. Kommission. Kiel 1893.

<sup>4)</sup> *Rauschenplat*, Wiss. Meeresuntersuchungen, Kiel. Bd. 5, 1901.

<sup>5)</sup> *Eichelbaum*, Ebenda Bd. XI, 1910.

<sup>1)</sup> *Blegvad*, Report of the d. b. Station Bd. XXII. 1914.

den nicht immer bestimmt) waren häufig gegen 20, oft selbst gegen 40 Arten vorhanden. Diese wurden nach Anzahl ihrer Individuen und nach Gewicht registriert. Das Gewicht wurde nach Rohgewicht, teils aber auch nach Trockengewicht angegeben. Das *Rohgewicht* ist das Gewicht, nachdem die Muscheln geöffnet und abgetrocknet waren. Dies gibt nur für die Fälle ein vergleichbares Maß, in denen der Besatz aus ähnlichen Tiermischungen bestand. *Trockengewicht* war die getrocknete Masse, nachdem durch Salzsäure der Kalkgehalt aufgelöst worden war. Dabei war

überwiegt das Rohgewicht der Produzenten das der Konsumenten in erheblichem, aber doch recht verschiedenem Maße. Einmal fand sich im großen Belt ein Überwiegen um das Dreifache, sonst aber dort meistens um das Achtfache, aber überhaupt meistens um mehr als das Zehnfache. Nach einer Tabelle<sup>1)</sup> würde z. B. für das Kattegatt sich folgende Aufstellung ergeben. Dabei konnte allerdings auf die Ausbreitung der einzelnen dortigen Gemeinschaften, die in einigen Karten dargestellt worden ist, keine Rücksicht bei der Berechnung genommen werden.



Fig. 4.

natürlich auch viel organische Substanz ausgewaschen worden. Eine genauere Bestimmung der organischen Substanz konnte unter den obwaltenden Verhältnissen nicht durchgeführt werden.

Der Bestand im offenen Meere wurde in den verschiedenen Jahreszeiten an Gewicht annähernd gleich gefunden, da das Fortgefressene durch die Gewichtszunahme des verbliebenen Restes wieder ersetzt wird. Eine Übersicht des mittleren Bestandes nach Gewicht in den verschiedenen Meeres teilen gibt die folgende Aufstellung, in der neben dem Rohgewicht das Trockengewicht in Klammern beigelegt ist:

	g	g
Nordsee vor dem Limfjord .	5308	(238)
Kattegatt bei Samsö . . .	5406	(250)
Tiefe im Sund . . . . .	394—1274	(124)
Offenes Kattegatt . . . .	284—497	(20—49)
Offene Ostsee . . . . .	80—170	(8—15)

Bei den Bestimmungen konnten die auf fester Unterlage sitzenden Tiere nicht berücksichtigt werden, weil die Bodenschaukel auf steinigem Grund nicht gut arbeitet. Auf weichem Boden

	Bivalven	Gastropoden	Würmer	Echinodermen	Alle Bodentiere
Produzenten . .	16,59	9,24	3,55	65,54	94,28
Konsumenten .	0	0,88	2,52	1,58	5,72

Es sind hier die Rohgewichte in g angegeben, dabei ist das Gewicht der Würmer hoch einzuschätzen, weil ihr Trockengewicht, von dem freilich die Borsten einen Teil ausmachen, 17,7 % beträgt. Das Gewicht der Echinodermen ist sehr überwiegend, was um so auffallender ist, als sie im flachen Wasser fast ganz fehlen. Ihr „Trockengewicht“ wird, abgesehen von den Holothurien, zu nur 1 bis 4 % gefunden.

Den statischen Bestimmungen gegenüber käme es darauf an, die *Jahresproduktion* zu ermitteln. In den gemäßigten Regionen geht die Pflanzenproduktion sowohl auf dem Lande wie

<sup>1)</sup> Report XXII, Tab. 3.

in den flachen Gewässern mit Licht- und Wärmezunahme vorwärts. Wie es dabei mit den produzierenden Tieren der Tiefe geht, ist nicht zu ersehen, da das Schiff der Station gewöhnlich im Winter nicht arbeitet. Es ist möglich, daß sich Produktion und Konsum bei den Bodentieren fortwährend das Gleichgewicht halten, aber Sichereres ist für das freie Meer noch nicht festgestellt.

Für die flachen Gewässer des Limfjords hat Petersen<sup>1)</sup> in bemerkenswerter Weise den Versuch durchgeführt, die Jahresproduktion zu ermitteln.

Die Produktion wird verbraucht durch die Fische, namentlich durch Plattfische; Aal und zum Teil durch Dorsch, durch die dort etwa 10 % Rohgewicht betragenden Konsumenten unter den Bodentieren, durch Krankheiten und in geringem Maße durch Einjährigkeit. Von den in die Thistedbreite eingesetzten Schollen wurden im Herbst 151 Stück zu verschiedenen Tagesstunden gefangen und *sofort* auf ihren Darminhalt untersucht. Es ergab sich, daß ihr Darm früh morgens leer zu sein pflegte, dagegen abends noch recht gefüllt war. Der am späten Nachmittag entnommene Darminhalt konnte daher, da schon etwas Inhalt resorbiert sein mußte, als das Minimum der 24stündigen Nahrung gelten. Danach enthielt 1 kg Scholle 10 g feuchte oder 5 g trockne Nahrung. Für die Thistedbreite mit 65 Millionen m<sup>2</sup> Fläche werden damals 330 000 Schollen gerechnet. Nach Erwägung aller bezüglichen Verhältnisse ergab sich, daß auf die dortige Fischnahrung für 10 m<sup>2</sup> Fläche jährlich 23,1 g trockne Nahrung als von den Bodentieren entnommen zu rechnen ist. Die Nissumbreite, die mit 50 bis 60 mal mehr Schollen pro Flächeneinheit als überbevölkert erscheint, ergab als Maximum des Darminhalts 8,4 g für 60 untersuchte Schollen, aber nie war der Darm ganz leer, sondern ergab als Minimum am Morgen 4,4 g Trockensubstanz. Als 24stündige Nahrung konnten daher nur 4 g angenommen werden. Die Fische dort wachsen langsamer als bei Thisted, sind unterernährt, und hungernd suchen sie bei Tage *fortwährend* nach Nahrung. Wegen ihrer Dichte ergab sich dennoch die tägliche Menge ihrer Nahrungsaufnahme für 10 m<sup>2</sup> zu 25,8 g. Die Masse der wirbellosen Konsumenten beträgt etwa das Fünffache der Fische, ihr Konsum wird zu 60 g Trockensubstanz pro 10 m<sup>2</sup> täglich gerechnet. Außer diesem Konsum, der im Winter fast aufhört, rechnet Petersen nach den Befunden einen Stoffzuwachs der Bodentiere bis zum Spätherbst zu 200 g, so daß jährlich etwa 300 g Produktion pro 10 m<sup>2</sup> im Limfjord zu rechnen wären. Viel Gewicht wird von ihm auf diese erste Annäherung nicht gelegt. Die Produktion im freien Meer nimmt er vorläufig gleich dem Bestand.

Bei der Bonitierung des Meeresbodens wird

zwar stets das *Gewicht* des Fanges angegeben, doch ist von einer geographischen Darstellung dieser Befunde abgesehen. Dagegen werden *Tiergemeinschaften* erkannt und deren Vorkommen wird kartographisch festgelegt. Als *Leitformen* für die Gemeinschaften werden die Arten genommen, die nach Zahl und Gesamtgewicht die einzelnen daneben vorkommenden Arten überragen, doch dürfen sie nicht zu den auf feste Unterlagen angewiesenen Produzenten gehören. Diese Leitformen kommen zwar auch in anderen Gemeinschaften vor, aber dort nur selten und vereinzelt. Es ergaben sich etwa 7 Gemeinschaften, die meistens durch zwei oder drei Leitformen charakterisiert sind. Als solche Leitformen werden z. B. genannt von Muscheln: *Macoma baltica*, *Macoma calcarea*, *Abra alba*, von Echinodermen: *Echinocardium*, *Brissopsis*, *Amphiura filiformis*. Von biologischem Interesse ist bei den Befunden die Feststellung der Lebensbedingungen der Leitformen und ihrer Begleiter. Die zahlreichen Tabellen dürften eine Fundgrube für bezügliche Studien sein.

Es zeigt sich natürlich, daß die Bedingungen der Verbreitung nicht so einfach sind, wie gewöhnlich angenommen wird. Die Tiefen haben einen gewissen Einfluß, wie z. B. die Echinodermen flache Gewässer meiden. Andererseits findet sich im Christianiafjord in 150 m Tiefe nichts als ein Paar Würmer mit 0,1 g Rohgewicht pro m<sup>2</sup>, während im Skagerrak noch bei 400 m Tiefe ein Fang von 49 g Rohgewicht nachgewiesen wird. Die Art des Bodens ist von Bedeutung, denn auf sehr weichem Grund können gewisse Tiere sich nicht halten, dagegen erscheint es von weniger Bedeutung, ob der Grund stinkend oder geruchlos ist. Rein weißer, leicht beweglicher Sand pflegt arm zu sein. Wenn der Salzgehalt stark abnimmt, wie es in der Ostsee der Fall ist, nimmt die Zahl der Tierarten erheblich ab, aber die großen Salzschwankungen, die wegen des Zuflusses aus der Ostsee im Sund und Kattegatt stattfinden, sind kein Hindernis für eine reiche Fauna. Die Temperaturen in der Tiefe der aufgenommenen Bodenschicht halten sich zwischen 4,4° und etwa 15°. Ein Einfluß auf das Vorkommen der Tiere wird nicht bemerkbar, doch kann das Eindringen der Winterkälte in flachen Gewässern z. B. den Austern schädlich werden. Sonst sind die Temperaturschwankungen für die Landtiere der gemäßigten Zonen so außerordentlich viel größer, als die Schwankungen im Meere, daß für die dortigen Meerestiere eine Schädigung durch so kleine Schwankungen kaum erwartet werden kann. Inwieweit Strömungen und Verschiedenheiten der Detritusablagerungen Einfluß haben, ist aus den Tabellen nicht zu ersehen. Kampf ums Dasein und Konkurrenz lassen sich in der freien Natur *stets* finden. Sie geben keine rechten Erklärungen, sondern wollen selbst erklärt sein. Daß das Unkraut mit dem Getreide konkurriert und es überwindet,

1) Report XX, S. 51, 52.

ist für den Landwirt ein wichtiges Wissen, für die Wissenschaft nur eine Tatsache, die der Erklärung bedarf.

Über das Vorkommen von *Macoma baltica* spricht sich *Petersen* eingehend aus. Sie geht weit in die östliche Ostsee, aber auch in das Skagerrak. Mit der verwandten *Macoma calcarea* zugleich wird sie nur sehr selten gefunden. In der Ostsee im Osten, wo Echinodermen fehlen, wird sie noch bis 46 m tief gefunden, in stark salzigem Wasser findet sie sich immer nur in geringer Tiefe, die die Echinodermen meiden. *Petersen* erwägt, ob vielleicht die Brut, die ja überall niedergehen muß, so rasch von den Echinodermen verzehrt wird, daß in der Tiefe davon nichts übrig bleibt. Eine so vollständige Aufzehrung würde m. E. doch nicht stattfinden können, wenn nicht eine besondere Anziehung auf die Echinodermen, die freilich überaus zahlreich sind, einwirkte.

Der Einfluß der Protisten auf die Verbreitung der Bodentiere hat bisher nicht in Erwägung gezogen werden können. Diese, also namentlich die Bakterien, finden sich, wie schon u. a. *Keutner*<sup>1)</sup> nachwies, überall in großer Menge als schleimiger Überzug. *Petersen* erwähnt, daß jeder in das Wasser gehängte Faden nach wenigen Tagen mit ihrem schleimigen Überzug versehen ist. Es wird in den Arbeiten der Station nachgewiesen, daß sie den Detritus zersetzen können. Die Verdauungskraft der Produzenten unter den Bodentieren ist eine noch offene Frage. Sehr bemerkenswert scheint mir der Nachweis, daß gewisse Diatomeen und Peridineen, z. B. *Prorocentrum micans*, den Darm der Muscheln lebend, das heißt also mit unverletztem Flimmerapparat durchwandern. Das deutet auf ungemein schwache Verdauungskräfte, schließt aber nicht aus, daß z. B. für Pentosan besondere Fermente vorhanden sein können. Indessen ist die gewöhnlich sehr starke Füllung des Darmtractus mit Detritus für die Verdauung ungünstig; bei den Konsumenten ist der Darm meistens fast leer. Ich würde eine Beteiligung der Planktonten und ihrer Keime an der Ernährung der Produzenten nicht für ausgeschlossen halten, aber die bei Muscheln beobachtete Schwäche der Verdauung scheint mir die Negierung einer Beteiligung des Planktons an der Ernährung der Produzenten in den dänischen Gewässern zu rechtfertigen. Da sich die Bakterien bei Zuchtversuchen oft als recht empfindlich erweisen, werden sie wohl nicht weniger empfindlich gegen die physikalisch-chemischen Verhältnisse im Meere sein als die wirbellosen Bodentiere. Sie kommen in Masse mit dem Detritus in den Darm und werden der Verdauung dort sicher nicht weniger Widerstand leisten als das *Prorocentrum*. Sie werden fortfahren den Detritus umzusetzen und können dabei genügend lösliche Stoffe aus-

scheiden, um dem schwachen Nahrungsbedarf der so wasserreichen Tiere zu genügen. Außerdem dürften von manchen Protisten Stoffe im Darm der Bodentiere entwickelt werden, die für bestimmte Arten giftig sind, daher deren Vorkommen an von solchen Protisten bewohnten Orten verbieten. Diese Möglichkeiten haben noch nicht zur Untersuchung gezogen werden können, aber die erfolgreichen Studien der dänischen Station sind auch noch nicht zum Abschluß gekommen.

## Über die Bestimmung der Solarkonstante und den dabei zutage getretenen Lichtwechsel der Sonne.

Von Dr. Erwin Freundlich, Neubabelsberg.

Die Bestimmung derjenigen Wärmemenge, die der Erde von der Sonne in irgend einer Zeiteinheit durch Strahlung übermittelt wird, scheint eine Aufgabe zu sein, die sich jedem Forscher als eine der ersten aufdrängen müßte; stellt doch diese Wärmemenge eine Größe dar, von welcher im wahren Sinne des Wortes alles Leben auf unserem Planeten abhängt. Es ist darum eine merkwürdige Tatsache, daß uns erst relativ sehr spät diese Aufgabe klar umrissen entgegentritt und ihre Lösung mit befriedigender Genauigkeit erst in den allerletzten Jahren gelungen ist, dank der zielbewußten und unermüdlichen Arbeit mehrerer amerikanischen Sonnenforscher, *Langley*, *Abbott* und anderer. Das Resultat ihrer Bemühungen findet sich im dritten Bande der *Annals of the astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution*. Wie es so oft in der Naturwissenschaft sich ereignet, haben ihre Untersuchungen gezeigt, daß eine erschöpfende Beantwortung der Fragen, welche die Natur an uns stellt, fast nie erreicht wird; mit jeder Steigerung unserer Beobachtungsgenauigkeit mehrt sich die Fülle der Erscheinungen und die Verästelung des Problems wird soviel reicher, daß alle Möglichkeiten der sich offenbarenden Beziehungen nicht mehr zu überschauen sind.

Während man, in Erkenntnis der ungewöhnlichen experimentellen Schwierigkeiten, die die Bestimmung der Solarkonstante mit sich bringt — als Solarkonstante bezeichnet man die in Kalorien gemessene Wärmemenge, die einem Quadratcentimeter der Erdoberfläche in der mittleren Entfernung von der Sonne pro Minute von der Sonne zugeführt wird, bei vollständiger Absorption der Strahlung, senkrechtem Einfall und Außerachtlassung aller atmosphärischen Einflüsse —, während man also alle Hoffnungen erfüllt sah, wenn diese Größe bis auf 1 % Unsicherheit definitiv bekannt war, hat sich ergeben, daß die Sonnenstrahlung kurzperiodischen und vorerst noch unregelmäßig erscheinenden Schwankungen von 2 bis 8 % Amplitude zu unterliegen

<sup>1)</sup> *Keutner*, Wiss. Meeresuntersuchungen Kiel Bd. 8, 1905.

scheint, so daß also das Problem gar nicht auf die Bestimmung einer Konstanten hinausläuft. Damit ist dasselbe aber in ein ganz neues Stadium gerückt, nicht allein, weil diese Schwankungen für die Klimatologie, Meteorologie usw. von fundamentaler Bedeutung sein können, sondern auch weil die Sonne damit, als Fixstern des Spektralcharakters  $G$  aufgefaßt, in die Klasse der veränderlichen Sterne einrückt und uns eine Veränderlichkeit offenbart, für die uns bisher jede Theorie fehlt. Durch diesen Umstand gewinnt das Problem an weitem und allgemeinem astronomischen Interesse, besonders natürlich für diejenigen Astronomen, die sich mit der Photometrie der Gestirne befassen. In dieser Disziplin liegen nämlich die Verhältnisse folgendermaßen:

Bei den photometrischen Beobachtungen ist man gezwungen, rein differentiell vorzugehen, d. h. man mißt nur Helligkeitsdifferenzen, und zwar womöglich nur solche von kleinem Betrage. Erstens fehlt uns nämlich eine absolute Skala, in der wir die Helligkeitsunterschiede der Sterne an verschiedenen Beobachtungsorten unabhängig vom Beobachter zuverlässig messen können, und wenn das auch gelänge, so würde doch die stets wechselnde Durchsichtigkeit der Erdatmosphäre uns dazu zwingen, die Helligkeit des untersuchten Sternes mit der benachbarter anderer Sterne zu vergleichen, um auf diese Weise lokale Schwankungen der Luftdurchsichtigkeit eliminieren zu können. Das Aufsuchen geeigneter Vergleichssterne ist darum ein sehr wichtiger Bestandteil eines jeden photometrischen Programms und wird um so schwieriger, je genauer die Meßmethoden werden. Die sich aus den Beobachtungen ergebenden Helligkeitsschwankungen sehr vieler Sterne hat man nun theoretisch zu deuten versucht; diese Bemühungen sind jedoch nur in solchen Fällen von Erfolg begleitet gewesen, wo die Lichtkurve auf periodisch wiederkehrende Bedeckungen eines entfernten Doppelsternsystems hinwies oder auf das Umeinanderkreisen zweier stark elliptischer und helleuchtender Körper wie bei  $\beta$  Lyrae oder schließlich auf die Rotation eines einzelnen Körpers mit ungleichförmiger Oberflächenhelligkeit. Diese verschiedenen Möglichkeiten erschöpfen jedoch keineswegs die Mannigfaltigkeit an Lichtwechseln, die sich im Laufe der Zeit offenbart haben, so daß man wohl unzweifelhaft annehmen muß, daß periodisch wiederkehrende Schwankungen in den physikalischen Bedingungen der Lichtemission auch ohne unmittelbaren äußeren Einfluß möglich sind. Sollte sich nun die von Abbott gefundene kurzperiodische Veränderlichkeit der Sonne endgültig bestätigen, die Periode derselben beträgt 7 bis 10 Tage, so fänden diese Vermutungen eine kräftige Stütze und die Erklärung dieser Erscheinung wird vielleicht das Rätsel des Lichtwechsels vieler Sterne zugleich lösen. Solange dies nicht gelungen ist, stellt sie dahingegen

ein Moment dar, das den Boden aller photometrischen Programme, soweit besonders Sterne vorgeschrittenen Spektralcharakters als Vergleichssterne verwandt werden, ins Wanken bringt, da natürlich alle Sterne vom Sonnentyp der gleichen Veränderlichkeit verdächtig werden. Man versteht darum, welche umfassende Bedeutung diesen Arbeiten zukommt.

Die bis auf *Herschel* zurückgehenden Bemühungen, die Solarkonstante zu bestimmen, erkannten wohl, daß die bei weitem größte Schwierigkeit dieser Aufgabe durch das Dazwischentreten der Erdatmosphäre zwischen den Beobachter und die Sonne erwächst. Das reine Beobachtungsprinzip hat im Laufe der Zeit trotz der außerordentlichen Fortschritte unserer Technik keine fundamentalen Veränderungen erfahren. Die Unterschiede in den Endresultaten der verschiedenen Forscher sind fast ausschließlich auf Konto einer verschiedenen Berücksichtigung der Extinktion der Sonnenstrahlen durch die Erdatmosphäre zu setzen. Die Ausgangspunkte aller Untersuchungen über diese Teilfrage des Problems stellt die Bouguersche Exponentialformel dar, welche folgendermaßen lautet:

$$J_z = J_0 p^{F(z)},$$

in dieser Formel bedeuten:

$J_0$  die Intensität eines Strahles außerhalb der Erdatmosphäre.

$J_z$  die an der Erdoberfläche bei der scheinbaren Zenitdistanz  $z$  beobachtete scheinbare Intensität des Strahles,

$F(z)$  die Anzahl der bei dieser Zenitdistanz vom Strahle durchlaufenen Luftmassen, ausgedrückt in Einheiten der Luftmasse im Zenit.

$p$  das Verhältnis der Helligkeit im Zenit zu derjenigen außerhalb der Atmosphäre, den sog. Transmissionskoeffizienten.

Man mißt also mit Hilfe eines sogenannten *Pyrheliometers* die Gesamtintensität der Sonnenstrahlung für verschiedene Zenitdistanzen und leitet an der Hand obiger Formel die gesuchte Intensität  $J_0$  ab.

Man hat jedoch schon frühzeitig erkannt, daß diese Methode zu keinem richtigen Werte für die Solarkonstante führen kann, weil obige Formel auf die Sonnenstrahlung angewandt, diese als homogene Strahlung voraussetzt, oder wenn nicht dies, so doch annimmt, daß die verschiedenen Wellenlängen der Spektrums der Sonnenstrahlung in gleicher Weise von der Erdatmosphäre beeinflußt werden. Dies ist nun keineswegs der Fall. Die Strahlen kürzerer Wellenlänge werden von der Atmosphäre viel stärker absorbiert. Es muß folglich den Messungen der Gesamtintensität noch eine Reihe von Messungen innerhalb der verschiedenen Spektralgebiete parallel laufen, wozu wieder besondere Apparate erforderlich sind.

Während man also jetzt ebenso wie sonst die Gesamtstrahlung der Sonne an der Erdoberfläche



für verschiedene Zenitdistanzen mit Hilfe eines Pyrheliometers mißt, bestimmt man zugleich bolometrisch oder spektralphotometrisch für die verschiedenen Spektralgebiete unter Benutzung der Bouguerschen Formel die Intensitäten außerhalb der Erde und die Transmissionskoeffizienten  $p$ . Summiert man nun für alle homogenen Strahlengattungen die Intensitäten sowohl innerhalb wie außerhalb der Atmosphäre, die Summen seien mit  $S_a$  und  $S_i$  bezeichnet, und bildet den Quotienten  $\frac{S_a}{S_i}$ , so stellt dieser die relative Gesamtintensität der zusammengesetzten Strahlung außerhalb der Atmosphäre zu der innerhalb der Atmosphäre dar. Mit diesem Quotienten hat man sodann die aus den Pyrheliometermessungen gefundene Gesamtstrahlung an der Erdoberfläche zu multiplizieren und hat auf diese Weise die ungleichförmige Extinktion der verschiedenen Strahlengattungen in Rechnung gezogen. Diese Methode hat Langley begründet und haben seine Nachfolger sorgfältig ausgebaut.

Bevor ich auf ihre Resultate eingehe, möchte ich jedoch eine kurze Beschreibung der Instrumente einschieben.

Das *Pyrheliometer* hat die Gesamtstrahlung, die von der Sonne auf die Erdoberfläche fällt, zu messen. Auf die Geschichte dieses Apparates will ich nicht eingehen; Angaben über dieselbe finden sich z. B. in einem Aufsatz von C. G. Abbott, *Science* Vol. XXXIX, März 1914 und in Lehrbüchern der Aktinometrie. Abbott und sein Mitarbeiter haben zwei verschiedene Typen von Pyrheliometern verwandt, eine leicht transportable und einfach zu handhabende Form, das *Silberscheibenpyrheliometer*, das auf allen Expeditionen, welche ja bis in Höhen von 4500 m unternommen wurden, mitgeführt wurde und ein komplizierteres, aber dafür in seinen Ergebnissen viel zuverlässigeres und kontrollierbares Instrument, das Wasserstrom- bzw. Wasserwirbelpyrheliometer. Die Silberscheibenpyrheliometer wurden mit Hilfe dieses letzteren geeicht.

Bei dem *Silberscheibenpyrheliometer* wird eine runde starke Silberscheibe der Sonnenstrahlung ausgesetzt. Radial in diese Scheibe ist ein Quecksilberthermometer eingeführt, das mit der Scheibe in möglichst gutem Temperatúraustausch steht und gegen äußere Temperatureinflüsse geschützt ist. Die Anstiegs- bzw. Abfallgeschwindigkeiten des Thermometers je bei bestrahlter wie unbestrahlter Silberscheibe erlauben die auffallende Strahlung zu messen.

Das *Wasserstrompyrheliometer* besteht aus einem zylindrischen Heizraum mit konischem Boden, in welchen die Strahlung einfällt, um dort völlig absorbiert zu werden; ein Wasserstrom, der in Spiralen diese Heizkammer umfließt, erfährt bei Bestrahlung der letzteren eine Temperatursteigerung, aus welcher, wenn die Menge des in der Zeiteinheit hindurchfließenden Wasserstromes bestimmt ist, die einfallende Wärme-

menge in Kalorien berechnet werden kann. Um Kontrollversuche machen zu können, sitzt in der Heizkammer noch eine Spule Manganin-Widerstandsdraht, durch welche eine bekannte Energiemenge hindurchgesandt werden kann. Man vermag auf diese Weise festzustellen, ob eine in den Heizraum geführte bekannte Wärmemenge in der Tat richtig gemessen wird. Es ergab sich eine Übereinstimmung innerhalb von einem Prozent. Das Wasserwirbelpyrheliometer stellt nur eine Variante des zuletzt beschriebenen Instrumentes dar. Mit Hilfe dieser zuletzt beschriebenen Apparate werden also die Silberscheibenpyrheliometer, mit denen die täglichen Messungen gemacht werden, geeicht.

Das *Spektrobolometer* besteht aus einem optischen Teile, der mit Hilfe von Prismen und Spiegeln das durch einen Spalt hindurchfallende Sonnenlicht in ein Spektrum auflöst und dieses dann auf das eigentliche Bolometer wirft. Letzteres stellt im Prinzip eine Wheatstonesche Brücke dar, deren eines Zweigpaar aus 2 ganz gleichen geschwärzten Platinstreifen besteht und das andere Zweigpaar aus Drahtspulen, deren Widerstand so groß gewählt ist, daß sie im unbelichteten Zustande des Apparates den Widerstand der Platinstreifen bei einer bestimmten Stromstärke kompensieren. Zwischen beide Zweigpaare ist ein Galvanometer mit photographischer Registriervorrichtung eingeschaltet. Je nach der Stellung des Prismas kann man nun verschiedene Zonen des Sonnenlichtspektrums auf den Platinstreifen werfen, was durch die Erwärmung des letzteren zu einer Störung des Gleichgewichts der Brücke führt, woraus ein Maß für die Intensität der Strahlung abgeleitet werden kann.

Mit diesen Instrumenten haben nun Abbott und sein Mitarbeiter während eines Jahrzehntes die Solarkonstante gemessen, teils in dem Astrophysikalischen Observatorium des Smithsonian Instituts, teils auf Bergstationen bis in 4500 m Höhe in Nordamerika und schließlich gleichzeitig mit Beobachtungen in Amerika auch in Bassour (Algier). Es machte sich nämlich schon frühzeitig der Umstand bemerkbar, daß die innere Übereinstimmung der Messungen nicht mit der Genauigkeit der Methode im Einklang stand, und erweckte die Vermutung, daß die vermeintliche Solarkonstante keine konstante Größe ist, sondern Schwankungen bis zu 10 % ihres mittleren Wertes unterworfen ist. Die Periode dieser Schwankungen beläuft sich auf 7 bis 10 Tage. Um diese Erscheinung sicherzustellen, war es erforderlich, parallel laufende Beobachtungsreihen an verschiedenen Stellen der Erde vorzunehmen. Dabei ergab sich tatsächlich, daß hohen Werten der Solarkonstanten in Bassour auch hohe Werte auf der Mount-Wilson-Station entsprachen, so daß die Variabilität der Sonne bei der großen Zahl von Messungen gesichert erscheint.

Die Solarkonstante selbst ergab sich zu 1.80—2.10 (15°) Kal. pro qcm und Minute; ihre Bestimmung fußt dabei auf folgende Voraussetzungen:

1. In einem homogenen Medium verliert ein homogener Strahl auf gleichen Weglängen den gleichen Bruchteil seiner Intensität.
2. Die Erdatmosphäre wird als aus zahlreichen zur Erde konzentrischen Schichten aufgebaut betrachtet, deren jede als homogen vorausgesetzt werden kann, sowohl innerhalb des Bereiches, den ein Sonnenstrahl zwischen 70° und 30° Zenitdistanz durchstreicht, als auch in der Zeit, während welcher der Strahl dieselbe durchheilt.
3. Reflexionen des Sonnenlichts an der äußeren Grenzfläche der Atmosphäre und an inneren Grenzflächen können vernachlässigt werden.
4. Außer in dem Bereiche der bekannten roten und infraroten atmosphärischen Banden kann die Durchlässigkeit der Atmosphäre als stetige Funktion der Wellenlänge der Strahlung aufgefaßt werden, und wenn atmosphärische Absorptionslinien auftreten, so bedingen dieselben nur einen ganz unbedeutenden Energieverlust.
5. Die atmosphärischen Banden existieren nicht im Sonnenspektrum außerhalb der Erdatmosphäre.
6. Der Anteil der Sonnenenergie jenseits 0,3  $\mu$  Wellenlänge im Ultravioletten und jenseits 3  $\mu$  im Infraroten kann vernachlässigt werden.

Als Mittelwert der Solarkonstanten für die Epoche 1902—1913 leitet Abbott den Wert 1,933 Kalorien ab und gibt die Unsicherheit dieses Wertes zu 1 % des Betrages an. Nach einer eingehenden Besprechung der Abbottschen Resultate durch Herrn E. Korn (*Vierteljahrsschrift d. Astr. Ges.*, 49. Jahrg., H. 1) sind aber bei der Berücksichtigung der Extinktion in der Erdatmosphäre größere systematische Verfälschungen nicht ausgeschlossen, welche den gefundenen Mittelwert der Solarkonstante nach seinen Rechnungen um etwa 4 % vergrößern könnten. Der Mittelwert bleibt aber innerhalb der Grenzen 1,80—2,10 cal, auch wird die Tatsache der kurzperiodischen Variabilität der Sonnenstrahlung dadurch nicht betroffen.

Neben den kurzen und unregelmäßigen Schwankungen der Sonnenstrahlung scheinen auch langperiodische im Zusammenhang mit der Sonnenfleckentätigkeit vorhanden zu sein, auf die man schon vor längerer Zeit aufmerksam geworden ist. In allen diesen Fragen stehen wir aber noch ganz in den ersten Anfängen der Erkenntnis.

Es ist eine fast paradoxe Erscheinung, daß mit immer näherer Erkenntnis der Vorgänge auf der Sonne wir immer mehr das Bedürfnis empfinden, zu ihr einen entfernteren und von unse-

rer Rolle als Bewohner eines ihrer Planeten abstrahierenden Standpunkt einzunehmen, also in ihr nur einen Repräsentanten einer Sternklasse zu verstehen bestrebt sind, aus der wir Erfahrungen für alle Sterne abzulesen suchen. Aber gerade von diesem Standpunkt aus ist untrüglich die Einordnung der Sonne in die veränderlichen Sterne, zu der wir gezwungen sind, obwohl wir den Mechanismus dieses Vorganges noch garnicht verstehen, ein bedeutsamer Schritt.

Während noch vor wenigen Jahrzehnten die Absonderung der Sonnenforschung bei der außerordentlichen Ausdehnung der verschiedenen astronomischen Arbeitsgebiete als ein natürliches Gebot erschien, hat sich durch diese Entwicklung der Dinge wieder eine solche Annäherung an stellarastronomische Aufgaben vollzogen, daß man hoffentlich von einer Scheidung dieser Gebiete wieder absehen wird. Die Stellarastronomie hat in den letzten Jahren so außerordentliche Fortschritte gemacht, daß wir zu einer befriedigenden Charakteristik eines Sternes, wie er uns in seinem Spektrum, seiner Eigenbewegung, seinem Lichtwechsel usw. entgegentritt, schon sehr weitgehende Kenntnis von den physikalischen und chemischen Bedingungen auf ihm haben müßten; hierzu kann uns fast nur das Studium der Sonne unter stetem Vergleich mit Fixsternen desselben und anderen Spektralcharakters, soweit unsere Instrumente auch auf diesen die Strahlungsvorgänge zu analysieren gestatten, verhelfen.

## Besprechungen.

**Wolf, Max, Stereoskopbilder vom Sternhimmel.**  
2. Serie. Leipzig, J. A. Barth, 1915. 12 Tafeln in einer Mappe mit erläuterndem Text zu jeder Tafel. Preis M. 5,—.

Vor etwa zwei und einem halben Jahre wurde in dieser Zeitschrift 1, 407—408 die erste Reihe der Stereogramme vom Sternenhimmel besprochen, und man kann auch jetzt wieder der Freude darüber Ausdruck geben, daß diese Fortsetzung hat erscheinen können. Es mutet fast an, wie zu der Zeit vor fünfzig Jahren, da man wirklich Mühe und Sorgfalt darauf verwandte, Stereogramme zu Unterrichtszwecken herbeizuschaffen.

Es handelt sich hier um die folgenden Bilder:

- Tafel 1: Stern mit Eigenbewegung.  
 .. 2: 61 Cygni.  
 .. 3: Die Mondkugel.  
 .. 4: Mondlandschaft.  
 .. 5: Patroclus.  
 .. 6: Uranus.  
 .. 7: Der Spiralnebel im Bären.  
 .. 8: Der Spiralnebel in den Jagdhunden.  
 .. 9: Der Nebel im Orion.  
 .. 10 u. 11: Komet Morehouse.  
 .. 12: Blick in die Milchstraße.

Tiefenunterschiede lassen nicht erkennen die Stereogramme 7, 8, 9 und 12, weil eben die Entfernungen der dargestellten Objekte so gewaltig sind, daß sich auch bei ziemlich stark verschiedenen Aufnahmezeiten — bei 9 liegen mehr als 49 Monate dazwischen — Unterschiede in den Halbbildern nicht ergeben konnten.

Alle anderen sind Stereogramme im eigentlichen Sinne des Worts, lassen also Tiefenverschiedenheiten erkennen, die dadurch zustande kommen, daß innerhalb der zwischen den beiden Aufnahmen verfloßenen Zeit das spätere Halbbild ein von dem früheren mehr oder minder abweichendes Aussehen bekommen hat. Dabei sei auf die folgenden Einzelheiten hingewiesen.

Tafel 5 zeigt den kleinen Planeten 15. Größe: Patroclus. Da er sehr lichtschwach ist, so folgt man dem Planeten während der Aufnahme mit der Kamera, so daß im Gegensatz zu Tafel 3 der ersten Reihe, dem Bilde eines lichtstärkeren Planetoiden, hier der Planet punktförmig auf den Platten erscheint, und im Stereogramm das kleine Pünktchen weit vor dem Hintergrund mit den Strichen der Fixsterne hervortritt.

Bei Tafel 6 erscheint Uranus mit seinen deutlich getrennten Monden Oberon und Titania; ein dritter, Umbriel, klebt leider am Rand der Planetenscheibe.

Ganz prächtig stellen sich die beiden Aufnahmen des Morehousischen Kometen dar; die eigenartigen schraubenförmigen Wogen in seinem Schweif erscheinen deutlich körperlich und doch so zart, daß man die Fixsterne des Hintergrundes deutlich durch sie hindurch wahrzunehmen vermag. Ganz zweifellos wird die Mitteilung von den gewaltigen Geschwindigkeiten (zwischen 10 und 75 km in der Sekunde) des leuchtenden Stoffes besser im Gedächtnis haften, wenn man eines der beiden schönen Stereogramme gesehen hat.

Zum Schluß noch einige Worte über das 4. Bild. Es handelt sich hier um die weitere Umgebung des Ringgebirges Werner, wobei allerdings, was der Autor auch besonders hervorhebt, die beiden Halbbilder verschieden durchgearbeitet sind. Ich bekomme den gewünschten Eindruck nur dann, wenn ich darauf achte, daß die Beleuchtung des Stereogramms im Zimmer der Richtung nach einigermaßen übereinstimmt mit der ursprünglichen Richtung der Sonnenstrahlen auf die Mondlandschaft. Ist das nicht der Fall, so erhalte ich einen zum Teil pseudomorphen Eindruck. Es ist das wieder ein Beweis dafür, daß — von stereometrischen Skeletten abgesehen — die perspektivische Auffassung des einzelnen Halbbildes, also mit andern Worten, die Erfahrung, für das Zustandekommen der beidäugigen Tiefenwahrnehmung eine wichtige Rolle spielt.

Die Bilder sind wie die vorigen für ein Brewstersches Stereoskop mit exzentrisch benutzten Linsen bestimmt, und die Abstände entsprechender ferner Punkte schwanken auf den verschiedenen Tafeln etwa zwischen 69 und 74 mm.

Es ist außerordentlich erfreulich zu sehen, wie das von Warren de la Rue 1858 gepflanzte Samenkorn der stereoskopischen Himmelsphotographie gewachsen ist, in neuerer Zeit namentlich gefördert durch die Entwicklung der stereoskopischen Meßmethoden.

M. von Rohr, Jena.

**Arndt, Kurt, Handbuch der physikalisch-chemischen Technik für Forscher und Techniker.** Stuttgart, Ferdinand Enke, 1915. XVI, 830 S. und 644 Textabbildungen. Preis geh. M. 28,—.

Vor einiger Zeit ist hier über ein Werk berichtet worden — *Stählers Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie* —, welches den Gegenstand des vorliegenden Buches in breitester Ausführlichkeit in fünf Bänden zu behandeln unternimmt. Dem Bedürfnis nach kürzerer Unterweisung auf dem gleichen Gebiet kommt das bekannte Buch von *Ostwald-Luther* in einer Form entgegen, die sich als höchst zweckent-

sprechend bewährt hat. Zwischen beide stellt sich das Buch von *Arndt*. Es wäre unbillig, von ihm die Vollständigkeit des großen, von *Stähler* herausgegebenen und von Spezialisten für die einzelnen Kapitel verfaßten Werkes zu fordern. Dagegen vermißt man ungern in der Auswahl der behandelten Gegenstände den ausgeprägten Sinn für das Wesentliche, der das Ostwald-Luthersche — in neuer Auflage von *Drucker* bearbeitete — Buch kennzeichnet. *Arndt* verfährt bei der räumlichen Gliederung seines Stoffes mit auffällender Willkür. Über Leitfähigkeit bringt er eine ganze Monographie, in der sich sogar ein gewöhnlicher Stöpselrheostat in der Größe einer halben Druckseite abgebildet findet. Einzelnen, zu ganz speziellen Zwecken dienenden Anordnungen wird ein übermäßiger Raum gewidmet: Auf  $4\frac{1}{2}$  Seiten wird das Bergiussche Gefäß zur Bestimmung der Leitfähigkeit wasserfreier Schwefelsäure beschrieben. Und wem soll damit gedient sein, daß die osmotische Zelle von *Morse* auf mehr als 10 Seiten behandelt wird? Es wird wohl keinen Menschen geben, der mit dieser Zelle arbeiten will, ohne daß er die Originalabhandlung vornimmt. Dasselbe gilt von einer ganzen Reihe von Anordnungen, die Sonderzwecken einmal gedient haben und wohl kaum ein zweites Mal in ganz gleicher Weise verwendet werden dürften. Von den Morganschen Apparaten zur Messung der Oberflächenspannung werden neben der zuletzt verwandten verbesserten dritten Form auch noch die vom Autor selbst verlassene erste und zweite in aller Ausführlichkeit und mit großen Abbildungen beschrieben. In anderen Fällen dagegen ist die Behandlung so kurz, daß sie unverständlich bleibt. So z. B. die Angaben über die oscillographische Aufnahme von Stromspannungskurven; man begreift hier weder wie noch zu welchem Zweck die Aufnahmen erfolgen. Und ganze Gebiete, die ein wohlbegründetes Anrecht haben, in einem Handbuche der physikalisch-chemischen Technik Berücksichtigung zu finden, fehlen vollständig: Von der Gedankenarbeit, die auf dem Gebiete der Photochemie zur Ausgestaltung geeigneter Lichtquellen, Lichtfilter und für mannigfache Zwecke geeigneter Apparaturen geführt haben, ist nirgends die Rede.

Statt der Auszüge aus Spezialabhandlungen würde man in einem Handbuche der physikalisch-chemischen Technik gern zahlreichere Hinweise auf praktische Erfahrungen und technische Handgriffe von allgemeinerer Brauchbarkeit finden. In dieser Richtung sind die Angaben oft recht dürftig. So über die im Laboratorium wichtig gewordene Behandlung des Quarzglases. Es wird dabei nicht angegeben, daß man gewisse Metalle (Wolfram) leicht in Quarz einschmelzen kann, ferner nicht die für viele Zwecke wichtige Tatsache, daß man jetzt Quarz und Glas durch einen kurzen Ring von Zwischengläsern leicht und vorzüglich haltbar miteinander verschmelzen kann.

Trotz der Ausstellungen aber, die der Referent an dem Buche machen zu müssen glaubte, dürfte es bei seinem reichen Inhalt doch geeignet sein, demjenigen, der im Begriffe steht, neue Anordnungen für eigene Versuche auszugestalten, manche Anregung zu geben. In der Reichhaltigkeit des Gebotenen werden sich für viele Zwecke Assoziationsmöglichkeiten finden. Und für die Enttäuschung, daß auf einzelne Fragen, auf die der Titel des Buches Antwort verspricht, keine erfolgt, wird sich mancher Suchende dadurch entschädigt finden, daß er auf andere Fragen weit eingehendere Antwort findet, als er nach dem Umfange des Buches hoffen durfte.

Alfred Coehn, Göttingen.

### Entgegnung.

Im Hefte dieser Wochenschrift vom 1. Oktober d. J. hat Herr R. E. Liesegang eine Besprechung meines Buches „Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie“ erscheinen lassen. Er fängt an: „Die Anschauungen über die Entstehungsarten, welche sich aus dem Studium über die natürlichen Gesteine entwickelt haben, weichen oft bei den verschiedenen Forschern erheblich voneinander ab. Das weist auf eine Unsicherheit der deduktiven Methode hin. Der Verfasser des vorliegenden wichtigen Werkes *verwirft letztere vollkommen. Er erhofft eine Lösung der unzähligen Probleme der Gesteinswelt allein von der induktiven Forschung, d. h. von Beobachtungen, welche man bei der Synthese von Gesteinen im Laboratorium macht*“). Aus einer aufmerksamen Lesung des Buches wird hervorgehen, daß diese Auffassung, die man wohl nur als höchst beschränkt bezeichnen könnte, mir durchaus fernliegt. Der Ref. zeigt in seiner Besprechung eine merkwürdige Animosität gegen die Anwendung der Gleichgewichtslehre auf petrogenetische Fragen, obgleich doch gerade diese neuere Richtung der mineralologisch-petrographischen Forschung in kurzer Zeit eine Fülle von Ergebnissen gezeitigt hat. Dieser subjektive Standpunkt muß natürlich Sache des Ref. bleiben. Im übrigen darf ein Urteil über den Ton der Besprechung des Herrn Ref. wohl dem Leser überlassen werden. Zu ernster Arbeit paßt auch ernsthafte Kritik.

H. E. Bocke, Frankfurt a. M.

### Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Die österreichisch-ungarischen Küstenländer.

In der Sitzung vom 9. Oktober hielt Herr Professor Dr. N. Krebs aus Wien einen Vortrag über die *österreichisch-ungarischen Küstenländer*, auf deren westlichem Teil gegenwärtig heftige Kämpfe zwischen den Italienern und den österreichisch-ungarischen Truppen ausgefochten werden, nachdem die Unterhandlungen zwischen beiden Großmächten, hauptsächlich wegen des Verlangens Italiens nach einer Sonderstellung Triests und nach Abtretung dalmatinischer Inseln zum Bruch geführt hatten. Auch andere Maßnahmen der italienischen Regierung, vor allem die Besetzung von Valona, ließen erkennen, daß die Absicht bestand, die Adria zu einem geschlossenen italienischen Meeresteil zu machen und durch Annektierung der österreichisch-ungarischen Küstenländer den mitteleuropäischen Mächten jeden Ausgang nach dem Mittelländischen Meer zu verschließen. Man wollte die österreichisch-ungarische Grenze von der Meeresküste landeinwärts verschieben und sie auf den Kamm des Gebirges verlegen. Demgegenüber stand die selbstverständliche Forderung Deutschlands und Österreich-Ungarns, das Hinterland nicht von der Küste trennen zu lassen. Die feste Überzeugung beider Mächte, daß Triest und Fiume für die Machtstellung der beiden verbündeten Reiche unentbehrlich seien, und ein Verzicht auf die Seegrenze einen politischen Selbstmord bedeute, machte daher den Krieg unvermeidlich.

Wenn auch Vernunft- und Gefühlsmomente hier wesentlich mitsprechen, so müssen die geographischen Tatsachen doch um so eingehender geprüft werden, weil sich unsere Gegner für ihre Forderungen auf das Zeugnis der Geschichte berufen, die uns zeigt, daß in diesem Gebiete viel gekämpft und die Küste wechselvollen Schicksalen unterworfen worden ist. Von jeher

haben die maritimen Interessen das Übergewicht über die Landinteressen davongetragen, wie es bei so reichgegliederten Küsten in der Regel der Fall zu sein pflegt, zumal wenn es sich, wie hier, um eine Gegenküste handelt, deren Verbindung mit dem Hinterlande durch den Mangel an Pässen und tief eingreifenden Flußtälern sehr erschwert ist. Zwar ist eine Zerteilung insofern unverkennbar, als sowohl das mediterrane Klima wie die Mittelmeerflora auf die adriatische Seite des Gebirgsabfalls beschränkt sind. Aber beiderseits des Karstwalles herrscht dasselbe illyrische Volkstum, fast allenthalben sitzt dieselbe Rasse und wird dieselbe Sprache gesprochen.

Die Römer konnten hier nur dadurch festen Fuß fassen, daß sie nicht von Westen, vom Meere her, sondern von Norden kamen. Aus der wechselvollen mittelalterlichen Geschichte sei hervorgehoben, daß im Jahre 1040 Istrien als deutsche Mark eingerichtet wurde.

Nur im äußersten Norden finden wir eine Flachküste, die von Grado bis Monfalcone reicht, ein amphibisches, niedrig gelegenes und der Wirkung der Gezeiten stark ausgesetztes Gelände mit seichten Lagunen. Dann tritt der Karst als Steilküste an das Meer heran. In treppenförmigem Aufbau steigt das Land vom Meere auf. Aus hartem Kalk bestehende Karstplateaus wechseln ab mit Sandsteinzonen, und dieser Unterschied des Gesteinscharakters prägt sich auch deutlich in den Landschaftsformen aus. In den Sandsteingebieten sind die Formen mehr gerundet, das Wasser fließt meist oberflächlich ab und schafft friedliche Tallandschaften, die mitunter mit denjenigen im Apennin große Ähnlichkeit haben, auch darin, daß es in den ebenen Teilen oft zur Sumpfbildung kommt. Istrien wird von der Bevölkerung nach der Farbe der Bodenarten eingeteilt in das „rote Istrien“, wo rote Verwitterungskrume vorherrscht, das „graue Istrien“ der Sandsteinzonen und das „weiße Istrien“, wo der Kalk dominiert. Die Höhen sind mit Akropolis-Siedlungen besetzt, von denen man freie Ausblicke über das Fruchthland bis zum Meere hat, an dem uns die Küstengestaltung verrät, daß wir es mit ertrunkenen Tälern zu tun haben, wie sich u. a. aus dem Wechsel zwischen Prallstellen und weit vorspringenden Felsnasen deutlich erkennen läßt. Allerdings geht mit diesem malerischen Landschaftstypus eine gewisse Verkehrsfeindlichkeit Hand in Hand.

Im Westen taucht der Karst gleich einem umgekehrten Löffel unter die fruchtbare Ebene des Friaul hinab. Sein letzter Ausläufer ist das Plateau von Doberdo, um das seit Monaten heiß gestritten wird. Die österreichisch-ungarischen Truppen haben hier zwar den Vorteil der Höhenstellung, müssen aber dafür eine ganze Reihe anderer Übelstände mit in Kauf nehmen. Namentlich im Sommer herrscht auf den nackten, vegetationslosen Kalkfelsen eine brutende Hitze, die um so schwerer zu ertragen ist, als die Wasserlosigkeit und das dadurch bedingte spärliche Vorkommen winziger Dörfchen der Ansammlung größerer Truppenmassen sehr hinderlich sind. Die scharfen Spitzen und Grate der Karrenfelder machen das Laufen zu einem beständigen Straucheln und Stolpern, und das häufige Vorkommen giftiger Schlangen erhöht die Schwierigkeiten noch. Schützengraben lassen sich in diesen Karstfelsen nicht anlegen, höchstens können mühsam aufgebaute Steinwälle einigen Schutz gegen das feindliche Feuer und die von den einschlagenden Granaten abgesprengten scharfen Gesteinssplitter gewähren. Das Wasser sickert sofort in das zerklüftete Gestein ein und schafft durch Auflösung und Aus-

<sup>1)</sup> Kursivdruck von mir.

laugung des Kalks unterirdische Hohlräume, die oberflächliche Einstürze zur Folge haben, welche sich in schlüssel- oder trichterförmigen Einsenkungen, den sogenannten Dolinen, bemerkbar machen. Neben diesen flachen Senken findet man aber auch Schlünde, die 200 bis 300 Meter tief hinabreichen, von wilden Tauben bevölkert sind und deshalb als Taubenlöcher bezeichnet werden. Trotzdem Tausende solcher Dolinen und Abgründe über den Karst zerstreut sind, kennt man doch nur drei, die bis in das Grundwasser hinabreichen, ein bündiger Beweis für den tiefen Stand desselben. Im Winter, wenn die eisigkalten Borawinde über die Plateaufläche streichen und dieselbe, etwa nach einem Scirocco-Regen, mit einer glatten Eisfläche überziehen, ist der Karst noch weniger zum Aufenthalt geeignet als im Sommer.

So ist das Gebiet beschaffen, um das jetzt gekämpft wird. Nur 25 km trennen das von den Italienern genommene Monfalcone von jenen Höhen, deren Besitz eine Gefahr für Triest bedeuten würde.

In zahlreichen Lichtbildern zeigte der Vortragende eine Reihe von Landschafts-, Vegetations- und Bautypen aus Istrien, Kroatien und Dalmatien. Er wies auf die östlich von Triest in der Waldzone gelegene Lücke hin, die man neuerdings als Adriatische Pforte bezeichnet und deren Wichtigkeit darin besteht, daß sie die Wege nach dem Golf von Triest und dem Golf von Fiume beherrscht. Ein Überblick über die Geschichte zeigt, daß die Auffassung, Istrien sei früher italienisches Land gewesen, nicht haltbar ist. Allerdings hat es stark unter romanischem Einfluß gestanden, wie die zahlreichen römischen Bauten beweisen. Auch finden wir in verschiedenen istrischen Städten, namentlich in Capodistria, gotische Bauten aus der venetianischen Zeit. Ebenso wenig wie die Geschichte können die Italiener die Bevölkerungsverteilung als Rechtfertigung ihrer Forderungen in Anspruch nehmen. Schon frühzeitig drangen die Slawen in das Gebiet vor und mischten italienische Brocken in ihre Sprache. Als die Bevölkerungsziffer infolge der Auswanderung erheblich herabging, sahen sich Venedig und Österreich gezwungen, verschiedene Völkerstämme aus dem Innern der Balkanhalbinsel als Kolonisten anzusiedeln. So kam ein buntes Völkergemisch zustande, dessen Wirtschaftsform im wesentlichen die Viehzucht war, während der Ackerbau zurücktrat. Die Viehhaltung dieser Völker hat sehr wesentlich zur Verwüstung des Waldes beigetragen. Stets war ihnen eine Meerfremdheit eigen, was sich noch heute darin äußert, daß man in manchen Küstenorten keine Fische bekommen kann, weil Fischer dort völlig fehlen.

Als typische Vegetationsformen überwiegen die Karstheide und die sommergrünen Eichenwälder. Die für das Mittelmeergebiet so charakteristische immergrüne Vegetation, insbesondere der Buschwald der Maquien, findet sich nur an einem schmalen Küstenstreifen, während auf den Höhen ausgedehnte Bestände von Rotbuchen und darüber Alpenmatten vorkommen. In Süddalmatien wird der Küstensaum schmaler. Reichliche Niederschläge und kalte Winter mit Borastürmen sind häufig und haben vermutlich in der Eiszeit ein Vorrücken der Gletscher bis in die Nähe der Küste zuwege gebracht. Die bedeutendste Stadt ist Ragusa, das sich seine Selbständigkeit als Handelsrepublik bis 1880 bewahrt hat.

Seine Beziehungen reichen nach Unteritalien sowie bis nach Bulgarien und Rumänien, während dem größeren Spalato diese Verbindungen nach dem Innern fehlen. Zara, das noch heute die Hauptstadt ist, verdankt diese Stellung seiner nördlichen Lage und der dadurch bedingten Nähe Venedigs. Gegenwärtig ist seine Rolle ausgespielt. Die Küstenform Dalmatiens ist so eigenartig, daß sie zur Aufstellung eines besonderen, des „dalmatinischen“, Typus geführt hat. Die ganze Südwestflanke des von Nordwest nach Südost streichenden Faltengebirges ist unter das Meer getaucht, so daß von den äußersten Ketten nur die höchstgelegenen Teile als langgestreckte, der Küste parallele Inseln auftreten, von der sie durch die früheren Längstäler, die jetzt ebenfalls unter Wasser gesetzt sind, getrennt werden. Zahlreiche Untiefen und Klippen machen die Küstengewässer zu einem gefährlichen Fahrwasser. Hier finden wir eine wirklich mediterrane Flora mit den zu fast allen Jahreszeiten blühenden Maquien. Begünstigt wird die Pflanzenwelt durch ein im allgemeinen frostfreies Winterklima, das sich aber auf einen nur wenige Kilometer breiten Küstenstrich beschränkt. So trägt selbst die Vegetation nur in einem schmalen Streifen romanisches Gepräge, und dasselbe gilt für das heutige ethnographische Bild dieser Gegend, dessen Vergangenheit und historische Entwicklung zu den jetzigen Verhältnissen der Vortragende in lebendiger Weise schilderte.

Es zeigt sich, daß das romanische Element in viel bescheidenerem Maße an der Ostküste der Adria vertreten ist, als man gemeinhin glaubt und die Italiener glauben machen wollen, und daß es in der letzten Zeit namentlich infolge wirtschaftlicher Umgestaltungen stark zurückgegangen ist. Wenn auch zugegeben werden muß, daß gegenwärtig die benutzten Wege zwischen Küste und Hinterland an Zahl beschränkt sind, so finden sich doch viele Öffnungen und Tore innerhalb des Karstgebietes, die in früheren Jahrhunderten häufig benutzt wurden. Es waren historische Momente, die vornehmlich an die Türkenherrschaft anknüpfen, denen das Verwachsen und Verfallen vieler Wege zuzuschreiben ist.

Deutlich zeigt sich überall, daß an der Ostseite der Adria die Zahl der Italiener zurückgeht. Italienische Mehrheiten sind nur in kleinen, vereinzelt Gebieten zu verzeichnen, und auch dort sind neuerdings weitere Änderungen zu Ungunsten des Romanischen eingetreten. Der Niedergang des italienischen Volkstums geht Hand in Hand mit einem starken Anwachsen des slawischen Elements, das auf dem flachen Lande auf Kosten der Italiener Raum gewinnt und in den Städten die Unterschicht der Bevölkerung bildet.

Es ist von großer Wichtigkeit für die Zentralmächte, daß außer diesen nächsten Nachbarn auch die anderen Völker Mitteleuropas, vornehmlich das deutsche Volkstum, in höherem Maße Einfluß an der Küste gewinnen. Das deutsche Element hat in der Kaufmannschaft, in Industrie und Verkehr sich schon feste Positionen erworben, die es sich hoffentlich auch in Zukunft erhalten wird. Für Deutschland ist es von höchster Bedeutung, in dauernder Verbindung mit dem Adriatischen Meere zu stehen und dafür zu sorgen, daß die natürliche Seegrenze, deren größere Berechtigung gegenüber der Gebirgsgrenze auf der Hand liegt, auch weiterhin bestehen bleibt. O. Baschin.



# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

RECEIVED

FEB 19 1916

U. S. Department of Agriculture

Heft 46.

12. November 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Biologie der Kleiderlaus *Pediculus corporis de Geer* = *vestimenti* Nitzsch. Von Prof. Dr. Albrecht Hase, Jena. S. 613.

Physikalische Mitteilungen. S. 620—622.

Ultraleitfähigkeit. Reflexion der Gasmoleküle an einer festen Wand. Starkeffekt. Magnetisierung eines Körpers aus magnetischem Material bei seiner Rotation. Wolframschmelzpunkt. Die kürzeste ultraviolette Strahlung. Juliusseche Theorie der anomalen Dispersion. Material für sehr empfindliche Widerstands-Thermometer. Existenz von ionisierten Oberflächenschichten

an Metallen. Wiedervereinigung der Ionen. Quarzröhren für Gase durchlässig.

Chemische Mitteilungen. S. 623—624.

Neues Verfahren zur Teerdestillation. Verfahren zur Herstellung von chemisch reinem Stickstoff. Nachweis des Methans. Unterscheidung von Benzin und Benzol. Bestimmung sehr kleiner Mengen Schwefeldioxyd in der Luft.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 624.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

# Lehrbuch der Geschichtsphilosophie

Von **Dr. Georg Mehlis**

Professor an der Universität Freiburg i. Br.

Preis M. 20.—; in Halbfranz gebunden M. 23.—

## Inhaltsübersicht:

Vorbemerkungen.

I. Probleme der Geschichtsphilosophie oder Theorie der Geschichte und Universalgeschichte.

Geschichtsphilosophische Grundfragen.

Allgemeiner Charakter der Geschichtsphilosophie und ihrer Probleme.

Der Begriff der Philosophie.

Der Begriff der Geschichte.

Geschichtsphilosophische Einzelprobleme.

Probleme der Geschichtslogik.

Probleme der historischen Wertlehre.

Die Probleme der Universalgeschichte.

II. Geschichte der Geschichtsphilosophie.

Einleitung.

Das Werden des geschichtsphilosophischen Gedankens in dem griechischen Kulturkreise.

Die Entfaltung des geschichtsphilosophischen Gedankens in der christlichen Philosophie.

Die Vollendung der Geschichtsphilosophie im deutschen Idealismus.

III. Das System der Geschichtsphilosophie oder inhaltliche Konstruktion der Universalgeschichte.

Der Sinn des historischen Geschehens.

Allgemeine Konstruktion des universalhistorischen Prozesses.

Die religiöse Entwicklung.

Die ästhetische Entwicklung.

Die philosophische Entwicklung.

Die sittlich-staatliche Entwicklung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

# Lehrbuch der Infektionskrankheiten

Für Aerzte und Studierende

Von

**Professor Dr. G. Jochmann**

Privatdozent an der Universität Berlin, dirig.  
Arzt der Infektions - Abteilung des Rudolf  
Virchow - Krankenhauses, Mitglied des Königl.  
Institutes für Infektionskrankheiten „Robert Koch“

Mit 448 zum großen Teil farbigen Abbildungen

Preis M. 30.—; in Halbleder gebunden M. 33.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

12. November 1915.

Heft 46.

## Die Biologie der Kleiderlaus

*Pediculus corporis de Geer = vestimenti Nitzsch<sup>1)</sup>.*

Von Prof. Dr. Albrecht Hase, Jena.

Es ist durchaus nicht meine Absicht, hier alle neueren Arbeiten über die Verlausung und die Läusebekämpfung kritisch zu besprechen oder ein Sammelreferat zu geben. Es würde dies eine recht umfangreiche Arbeit für sich allein sein. Mein diesbezügliches Literaturverzeichnis weist heute (Ende September 1915) bereits über 200 Nummern auf und täglich erscheinen noch Arbeiten. Ich möchte hier nur das mitteilen, was im Laufe des Kriegsjahres über die Biologie der Kleiderlaus bekannt geworden ist, nachdem man sich gezwungen sah, diesen früher als harmlos (und deshalb vernachlässigt) bewerteten Parasiten genauer zu studieren. Als im Herbst vorigen Jahres die Läuseplage im Heere immer stärker wurde und man eine systematische und auf *biologischen Tatsachen beruhende Bekämpfung* einleiten wollte, da stellte es sich zunächst leider heraus, daß wir von den Lebens-eigentümlichkeiten der Kleiderlaus fast nichts wußten. Und was man zu wissen glaubte, das war meistens falsch! Man griff daher zu den allgemeinen Desinfektionsmaßnahmen bei Seuchen überhaupt, die nach mancherlei Verbesserungen heute ihren Zweck im wesentlichen erfüllen. Aber immer noch liegt die *prophylaktische Bekämpfung im argen*, d. h. wir kennen noch kein souveränes Mittel, welches einen absoluten Schutz gegen Läusebefall gewährleistet. Damit ist nicht gesagt, daß wir nicht eines finden werden, wenn wir über die Biologie noch mehr und besser unterrichtet sein werden. Die heute vorhandene Literatur läßt sich in drei Gruppen sondern: a) die Arbeiten überwiegend biologischen Inhaltes, b) die Arbeiten über die Vernichtung der Läuse, c) die Arbeiten zur Ausfindigmachung eines absolut sicheren Prophylaktikums. — Natürlich greifen die Arbeiten vielfach ineinander über. Hier soll nur von der Biologie dieses Parasiten die Rede sein.

Seit Monaten beschäftige ich mich ausschließlich mit dem Studium der Kleiderlaus, habe viele Hunderte von Verlausten untersucht und wochenlang täglich ein Material von weit über 1000 Läusen zur Verfügung gehabt.

Was ich mitteile, sind größtenteils eigene Beobachtungen und dann diejenigen der Mitarbeiter,

deren Arbeiten ich am Schluß anführe. Meine Beobachtungen machte ich in einem großen Gefangenenlager, dann an der Ostfront in Russisch-Polen und an der Zivilbevölkerung in Russisch-Polen; so lernte ich auch das „Milieu“ der Verlausung kennen und darf mir wohl ein eigenes Urteil erlauben.

Zunächst über den *Aufenthaltort der Kleiderlaus!* Wo wohnt dieser Parasit, wo ist er zu finden? In der älteren Literatur steht immer kurzweg „in den Kleidern und in der Wäsche“. Nach den jetzigen Erfahrungen muß dies bedeutend erweitert werden. Wenn z. B. bei einer Entlausung nur die Wäsche gewechselt wird, so ist dies eine ganz unzureichende Maßnahme. Als Wohnort der Kleiderläuse kommen in Frage: 1. die Leibwäsche, oft tief ins Gewebe eingekrallt, namentlich unter den Säumen; 2. die Strümpfe, sowie die Bänderknoten der Unterhosen usw.; 3. die Hosen und Röcke, Mäntel und Mützen aller Art, bei den Frauen die Blusen falten und Rock falten sowie die Korsetts, bei den russisch-polnischen Juden sind die langen Kaftane oft ein reicher Fundort; 4. die Bänder der Brustbeutel und Amulette, die Strippen der Stiefel, ja diese selbst bis zu den Zehen hin, natürlich dann auch die Fußlappen; 5. der Körper des Menschen, auch an schwer zugänglichen Stellen, wie äußerer Gehörgang, Scham- und Aftergegend; die Körperbehaarung (Kopf-, Scham-, Achsel- und Brusthaare sind oft stark durchsetzt mit Kleiderläusen); 6. die Riemenzeuge, die ein Verlauster getragen; 7. die Lagerstätten der Verlausten, seien es nun Betten, Strohsäcke, Woldecken, selbst auf dem Erdboden; ferner in verlausten Wohnungen Polstermöbel (besonders oft die Sofas); 8. die Verbände der Verwundeten, namentlich die Watte alter Gipsverbände.

Diese Mannigfaltigkeit der Wohnorte macht eben eine gründliche Entlausung so schwierig, ja manchmal unmöglich. Man muß in diesen letzteren Fällen eben immer wieder entlausen.

Ihren Wohnorten ist die *Kleiderlaus in den Farben gut angepaßt*. Die vorkommenden Farbtöne sind gelblich-weißlich, grau-weiß, braun. Sehr junge Larven sind nicht selten gelblich-grünlich gefärbt. Die Männchen sind in der Regel mehr braun gefärbt. Auch *Färbungsanomalien* treten auf; auch andere Beobachter, *Heymann* (1915), *Sikora* (1915), berichten von Farbvarietäten. So kommen tiefbraune Männchen vor. Man findet ferner Tiere allen Alters, die braunrot bis tiefrot aussehen, und zwar meine ich hier nicht den rot durchschimmernden Darm bei soeben vollgesogenen Tieren, sondern das gesamte

<sup>1)</sup> Beiträge zu einer Biologie der Kleiderlaus. Berlin, Paul Parey, 1915. III, 95 S. und 47 Abbildungen. Preis M. 3,—.

Tier, bis in die Extremitätenspitzen hinein, zeigt diese seltsame Verfärbung. Das eingesogene Blut ist anfangs rot, später braunrot, noch später tiefschwarz. Da, ähnlich wie bei Mücken, der Darm durch das Hautskelett hindurchschimmert, so spielt dies beim Gesamtfarbbilde mit eine Rolle.

Über die *Eier und die Eiablage* sind wir durch eine Reihe Arbeiten recht gut unterrichtet, wenn auch hier noch manches nachzutragen ist. Das Ei ist 0,6—0,8 mm groß, länglich oval, und wird mit einer sehr festen Kittsubstanz an die Unterlage angeklebt, doch bleibt der obere Eipol mit dem Deckel und den Mikrophylzellen stets von Kittmasse frei. Der Eideckel springt beim Auskriechen der Larven auf und fällt vielfach ganz ab. Allein durch die Mikrophylzellen findet der Gasaustausch des Embryos mit der Außenwelt statt, denn das ganze Ei ist durch eine sehr feste Chitinhülle geschützt. Der Druck, welchen ein Ei auszuhalten vermag, ist recht beträchtlich, ich

welchem natürlich die weißlichen Eier besonders gut zu sehen waren. Das Hemd selbst ist genau nach dem „Schnitt“ gezeichnet. Die dick ausgezogenen Linien sind Nähte, die dünn gezogenen Linien sind nur Begrenzungslinien im Bild. Der rechte Ärmel war aus einem Stück, in der Achselhöhle war ein rhombischer „Zwickel“ eingesetzt. Fig. 2 a gibt das Hemd von außen wieder, Fig. 2 b von innen „links gemacht“. Die Punktierungen markieren die Nissenfelder. Innen (Fig. 2 b) fiel über Rücken, Schulter und Brust ein weißer „Latz“, den ich durch Schraffierung markierte. Wie streng die Eiablage längs der Nähte geht, ist ganz deutlich ersichtlich. Dieses Hemd hatte ich einem Russen abgenommen, der drei Monate die Kleider nicht gewechselt hatte und der dieses Hemd unter dem Waffenrock auf dem bloßen Leib trug. Diesem selben Mann habe ich etwa 3800 lebende Läuse aller Größen abgelesen und diese sehr mühsame Zahlenbestimmung deshalb

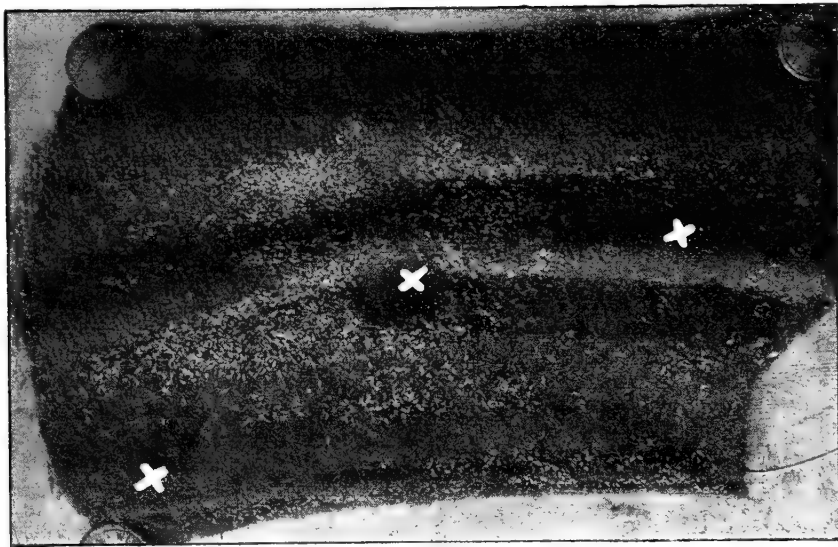


Fig. 1.

habe etwa 120—180 g ermittelt. Die Stellen, an denen die Laus ihre Eier ablegt, sind nicht willkürlich gewählt, sondern sie bevorzugt bestimmte Zug- und Druckrichtungen sowie Faltungen und Nähte. Einmal findet hier das Weibchen günstige Ansatzstellen für die Eier selbst. Dann aber ist an solchen Stellen (Nähte) eine lebhaftere Luftzirkulation gewährleistet, und das scheint mir das Wesentlichste hierbei zu sein, und daher das Aufsuchen von „Lieblingsplätzen der Eiablage“. Es ist ja bekannt, wie hohe Instinkte Insekten überhaupt bei der Eiablage entwickeln. Die Fig. 1 gibt uns ein Nissenfeld einer russischen Militärhose wieder; aber dicht neben den Nissenfeldern sind auch nissenfreie Stellen. Die Innenseite dieser doch wirklich stark verlausten Hose war ganz nissenfrei. Recht gut zeigt uns auch die Fig. 2 die Bevorzugung der Nähte zur Eiablage. Es handelt sich hier um ein schwarzes Baumwollhemd, auf

durchgeführt, um wenigstens einen Anhalt zu haben, wieviel Läuse einen Menschen befallen können.

Zur Unterlage der Eier werden alle Wollstoffe, gewalkte und filzige Stoffe, lockere Baumwollstoffe bevorzugt. Ungern werden straffe Leinenstoffe und Seide aufgesucht sowie Leder und Metallteile, aber in Ermangelung der erstgenannten Stoffe geht die Laus auch an letztere. Recht häufig setzt sie ihre Eier an den Körper-, Scham- und Afterhaaren ab, ein Punkt, der bei der Entlausung unbedingt zu beachten ist.

Über die *Entwicklungsdauer der Eier* waren wir bisher ganz ungenügend orientiert; die alten Angaben, die leider auch viel in die Fach- und Tagespresse gedrunken sind, waren falsch. Von einem Faktor ist die Eientwicklung ganz abhängig, das ist die Temperatur. Licht und Feuchtigkeit spielen, soweit bis jetzt Beobachtungen vorliegen, keine Rolle. Außer mir haben besonders

Nocht und Halberkann, Heymann, Sikora, Wülker und Zupnick hierüber Versuche angestellt. Die kürzeste Entwicklungsdauer ist bei  $37^{\circ} = 5$  Tage; doch beobachtete ich, daß Eier bei dieser Temperatur erst nach 6 oder 7 Tagen auskrochen. Kürzer als in 5 Tagen hat niemand Eier auskriechen sehen. Bei  $35^{\circ}$  findet das Auskriechen fast regelmäßig in 6 Tagen statt (Sikora). Bei  $25-30^{\circ}$  fand ich eine Entwick-

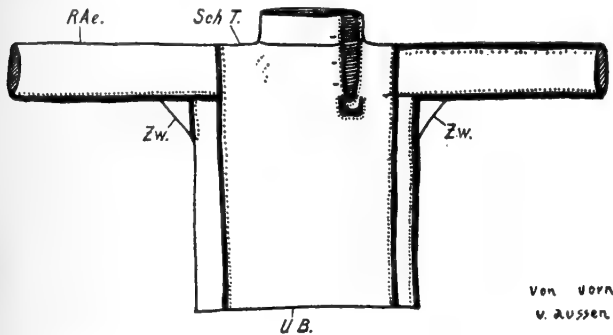


Fig. 2a.

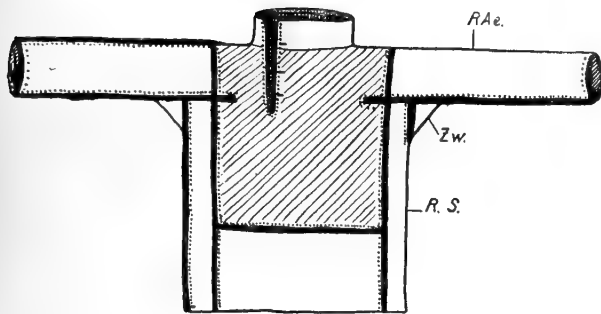


Fig. 2b.

lungsdauer von 8—10 Tagen; Sikora gibt für  $25^{\circ}$  16 Tage an. Bei  $12-20^{\circ}$  fand ich 12 bis 16 Tage. Dem entgegen stehen Sikoras Angaben, die besagen, daß sich ihre Eier bei ständig  $16^{\circ}$  nicht mehr entwickelten. Übereinstimmend sind im wesentlichen die neueren Angaben, daß bei ständiger Einwirkung von unter  $10^{\circ}$  die Eier nicht zur Reife kommen, aber sie sterben durch kürzere Einwirkung dieser Temperatur nicht ab, sondern es tritt eine entsprechende Entwicklungsverzögerung ein. Um wie lange Zeit die Entwicklung verzögert werden kann, steht noch nicht fest, aber andererseits kann durch erhöhte Temperaturen ( $40-42^{\circ}$ ) die Entwicklung nicht beschleunigt werden. Die Nissen gehen bei dauernder Wirkung dieser Wärmegrade zugrunde. Ein Moment, das für die Bekämpfung höchst wertvoll ist. Gewisse Unstimmigkeit bezüglich der Entwicklungsdauer der Eier in der neuesten Literatur werden jedem Mitarbeiter aufgefallen sein. Ich glaube, daß diese Differenzen auf etwas anderes hinauslaufen als auf ungenaues Arbeiten. Vielmehr bin ich der Meinung, daß es gewisse Rassen unter den Läusen gibt. Diese Rassen genau morphologisch und biologisch zu erkennen und festzulegen,

ist uns bis jetzt noch nicht gelungen, aber es spricht für meine Meinung mancherlei, namentlich auch aus der Ätiologie des Fleckfiebers. Deshalb betone ich immer wieder, wir sind noch lange nicht am Ende dessen, was wir über die Läuse wissen müßten. Durch niedere Temperaturen (unter  $10^{\circ}$ ) kann man die Eiablage der legreifen Weibchen unterdrücken; aber in höhere Temperatur (etwa  $30^{\circ}$ ) gebracht, setzen diese Tiere sofort ihre Nissen ab, oft schon eine bis zwei Stunden nach dem Temperaturwechsel.

Die Geschlechter sind verschieden. Die Weibchen sind etwas größer als die Männchen und letztere an dem bräunlich durchscheinenden Penis sowie am gerundeten Hinterleibsende (beim Weibchen ausgezackt) kenntlich. Außerdem zeigt das erste Beinpaar des Männchens sexuellen Dimorphismus, indem die Tarsalklaue (TaK) gezähnt ist (beim Weibchen glatt) und der daumenartige Vorsprung an der Tibia (Ti) sehr stark ausgebildet ist (Fig. 3 a, b). Die Weibchen sind in

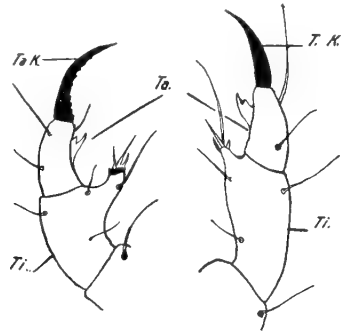


Fig. 3 a.

Fig. 3 b.

der Überzahl; ich habe das Verhältnis der Geschlechter bestimmt wie folgt: Männchen zu Weibchen wie 100 zu 175. Sikora fand unter 24 Läusen, die sie aus Eiern aufzog, bis zur Geschlechtsreife 10 Männchen und 14 Weibchen. Diese Differenz zwischen ihrer und meiner Bestimmung erklärt sich folgendermaßen: Ich habe ausgewachsene Tiere durchmustert, Sikora zog Eier auf, und da die Männchen kürzere Lebensdauer besitzen als die Weibchen, so ist unsere Abweichung leicht erklärlich. Über das Lebensalter der Läuse hat ebenfalls Sikora kürzlich Angaben gemacht. Als längste Lebensdauer fand sie für ein Weibchen 53 Tage, im Durchschnitt etwa 40 Tage; für die Männchen ermittelte sie im Durchschnitt 37 Tage. (Auf ihre sehr gute Technik der Aufzucht kann ich hier nicht eingehen.)

Ehe die Kleiderlaus geschlechtsreif ist, macht sie drei Häutungen durch, die je nach Temperatur und Ernährung schneller oder langsamer verlaufen. Bei einer Tagestemperatur von  $24^{\circ}$  und einer Nachttemperatur von  $35^{\circ}$  und zwei Fütterungen häutet sich die aus dem Ei kriechende Larve



zum erstenmal nach 5 bis 6 Tagen,  
zum zweitenmal nach 9 bis 11 Tagen,  
zum drittenmal nach 13 bis 15 Tagen.

Wenn aber die Larven in 35° ständig gehalten wurden und täglich sechsmal gefüttert wurden, so erfolgte

die 1. Häutung nach 3 Tagen,  
" 2. " " 5 "  
" 3. " " 8 " (Sikora).

Die Schnelligkeit, mit der das Larvenstadium durchlaufen wird, ist also ganz abhängig von Ernährung und Temperatur. Ich konnte dieselbe Tatsache für die Eiproduktion feststellen.

Eigentümlich ist die *Kopulationsstellung der Läuse*. Das Männchen kriecht unter das Weibchen und faßt mit seinem ersten Beinpaar das dritte Beinpaar des Weibchens, so wie es die Fig. 4

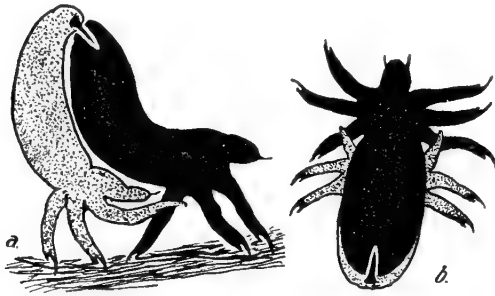


Fig. 4.

wiedergibt. Dann biegen beide Tiere den Hinterleib steil nach oben und unter Friktionsbewegungen wird der Penis eingeführt. Vielfach laufen die Paare in Kopulationsstellung langsam umher. Die Kopulation wird öfters ausgeführt. Sikora beobachtete sie bei einem Paar etwa alle 24 Stunden, während elf Tagen. Die Dauer der Kopula habe ich verschieden lang gefunden, schwankend zwischen 40 bis 70 Minuten. Aus der eigentümlichen Kopulationsstellung heraus wird auch die Bedeutung des sexuellen Dimorphismus des ersten Beinpaares des Männchens sofort erklärlich. Es ist ein sehr gut eingerichteter Klammerapparat.

Wie bei vielen Ektoparasiten, so besitzen auch die Kleiderläuse eine sehr hohe *Festigkeit des Chitinpanzers*, und dies ist für die Tiere unbedingt nötig, da sie sich ja besonders gern an den Stellen der Kleidung aufhalten, die dicht am Körper anliegen (Hals- und Gürtelgegend) und wo unter Umständen eine hohe Belastung stattfindet (Tornister- und Leibriemen). Ganz natürlich ist es ferner, daß die vollgesogenen Tiere eine weniger hohe Belastung auszuhalten vermögen als hungernde. Ich habe ermittelt, daß Tiere mit „vollem Magen“ etwa 500 g und solche mit „leerem Magen“ etwa 1300 g Druck zwischen unelastischen Flächen aushalten. Bei einem Eigengewicht von etwa 1 Milligramm für das erwachsene Tier eine erstaunliche Widerstandsfähigkeit. — Ebenso unempfindlich sind die Kleiderläuse gegen *mechanische Verletzungen*.

Verluste von einem oder zwei Fühlern oder einem oder mehreren Füßen können sie ganz gut aushalten, und was das Wichtigste ist, auch diese verletzten Tiere produzieren noch Eier und zapfen ihren Wirt noch an.

Die verschiedenen *Bewegungsformen der Läuse* habe ich versucht festzustellen. Einmal hat sich dabei ergeben, daß wir es mit recht mobilen Ektoparasiten zu tun haben. Sehr geschickt klettert die Laus unter Ausnutzung aller Haltepunkte auf den Stoffen umher, dabei sind Gewebe von mittlerer Rauigkeit ihr am geeignetsten. Ihre Fußklauen sind ausgezeichnete Klammerapparate. Mit dem Bauche an eine Kontaktfläche angepreßt, ist die normale Körperhaltung; dabei ist es ihr gleichgültig, ob die Unterlage in senkrechter oder (bei genügender Rauigkeit) auch überhängender Stellung sich befindet. Wird sie aus ihrer normalen Lage gebracht, so versteht sie geschickt in diese zurückzubringen auf dreierlei Weise, die ich in der ausführlichen Arbeit auch bildlich darstellte. Die *Wandergeschwindigkeit* habe ich eingehend untersucht und zugleich festgestellt, auf was die Laus alles wandern kann. Allgemein läßt sich sagen, daß sie selbst an senkrechten Wänden (besonders rauhen Brettern) zu wandern vermag. Nur ganz glatte Flächen (poliertes Glas, Lackleder z. B.) bieten ihr unüberwindliche Hindernisse bei schräger Stellung. Die Wandergeschwindigkeit ist von der Temperatur abhängig, bei etwa 6° hört fast jedes Wandern auf und bei  $\pm 0^\circ$  erlischt es. Sehr lebhaft sind die Bewegungen bei 30°, aber auch bei 20—25° werden noch je nach der Unterlage in der Minute 6 bis 20 cm zurückgelegt. Das Alter des Tieres spielt natürlich hier auch eine Rolle, und eine noch nicht einen Millimeter große Larve läuft nicht so rasch als eine erwachsene Laus. Da nun Läuse außerhalb ihres Wirtes bei entsprechender Temperatur immer wandern, so werden pro Tag doch beträchtliche Strecken zurückgelegt. Diese Eigentümlichkeit des Wanderns macht es erklärlich, daß Läuse, die von ihrem Wirt abgefallen sind, eben nicht an Ort und Stelle verbleiben, sondern am anderen Zimmerende z. B. einen bisher nicht Verlausten befallen können. Höchst überraschend war auch für mich weiterhin die Tatsache, daß selbst Sandschichten bis zu 30 cm Dicke von ihr durchwandert werden. Ist der Sand oder die Erde naß und verbacken, so gehen darunter die Läuse auch nicht sofort zugrunde. Im Gegenteil! Ich habe festgestellt, daß die so behandelten Tiere drei bis vier Tage in diesen abnorm ungünstigen Bedingungen am Leben blieben.

Über das *Verhalten der Läuse zum Licht* habe ich Versuche angestellt und eine ganze Reihe eigentümlicher Beobachtungen gemacht, möchte aber gleich betonen, daß auch hier noch vielerlei nachzutragen ist. Sicher ist eine verschiedene Empfindlichkeit gegen das Licht, und bisher glaube ich folgendes sagen zu dürfen: die aus-

gehungerte Laus sucht das Licht; die vollgesogene, d. h. satte Laus meidet das Licht (sie verkriecht sich); die beunruhigte Laus (durch Stoßen usw.) meidet das Licht. Ich kann hier nicht alle Einzelheiten wiedergeben, es würde dies zu weit führen, und muß wieder auf die ausführliche Arbeit verweisen. Auch über den *Geruchssinn der Läuse* suchte ich Aufschluß zu erhalten; derartige Untersuchungen sind aber recht schwierig, und was ich oben einschränkend sagte, gilt auch hier. Ich fand, und das haben auch andere bestätigt, daß die Läuse anscheinend über kein sehr weitreichendes Geruchsvermögen verfügen; d. h. die „Witterung“ reicht nicht auf große Entfernungen. Es wurden folgende Versuche angestellt, um dieser Frage etwas näher zu

Hand (bzw. den Finger) führte. Die verschiedensten Wendungen machte die Versuchslaus mit, sie lief nach „wie ein Hund an der Leine“. In Fig. 5 ist die Wanderkurve eines solchen Tieres genau nachgezogen. Dort, wo S steht, ließ ich Schleifen wandern, an den Stellen aber, wo ein + steht, entfernte ich die Hand rasch, und sofort tat die Laus das, was sie sonst getan (sie war aufgeregt, also lichtscheu), sie schlug einen Haken und wanderte lichtab, bis ich die „Geruchsführung“ wieder übernahm. Wie lebhaft dieses Tier wanderte, ist aus der nebenher punktiert gezeichneten  $\frac{1}{4}$ -Minuten-Strecke ersichtlich. Der Pfeil gibt den Lichteinfall an, der Maßstab (10 cm) ist im selben Verhältnis bei der Reproduktion mit verkleinert worden. Man könnte

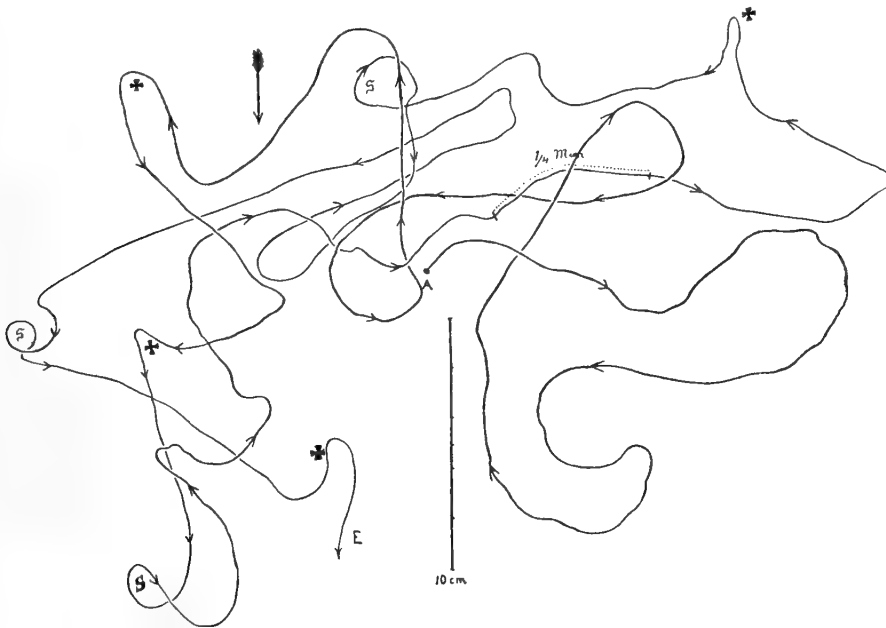


Fig. 5.

treten: Ich brachte hungrige Läuse im gutgeheizten Zimmer auf einen Tisch und lehnte mich mit entblößtem Oberkörper direkt an die Tischplatte an. Die Läuse befanden sich in einer Entfernung von 20–25 cm. Ich hatte angenommen, diese hungrigen Tiere würden sofort die Nähe des Menschen wittern und sich nach dieser Seite wenden, aber das geschah nicht. Dann führte ich folgendes aus: Auf Filtrierpapier brachte ich hungrige Tiere, die kurz vorher durch Streichen und Drücken aufgeregt und beunruhigt worden waren. Die so behandelten Tiere sind, wie wir oben hörten, lichtscheu. Nun legte ich die etwas in Schweiß gebrachte Hand in 10–5–2–1– $\frac{1}{2}$  Zentimeter Entfernung vor die Laus, um zu sehen, wie sie sich verhalten würde. Bei 10 und 5 cm war ihr Verhalten unbestimmt, aber bei 2 und weniger Zentimeter Entfernung war ein deutliches Reagieren zu beobachten. Das betreffende Tier lief der Hand nach, genau so wie ich die

freilich hier einwenden, die Wärmestrahlung der Haut sei das richtungsbestimmende Moment für das Versuchstier, aber aus anderen Versuchen heraus wird diese Annahme recht unwahrscheinlich.

Mit recht großem Material wurden von mir dann Versuche über das *Verhalten der Kleiderläuse beim Hungern, in Wärme und Kälte sowie Nässe* angestellt. Das Gesamtergebnis war, daß die Läuse recht widerstandsfähig gegen tiefe Temperaturen sind, wenig aber gegen hohe Temperaturen. Hier haben sich sehr innige Zusammenhänge ergeben, die ich dahin zusammenfasse: A. *Niedere Temperaturen*  $\pm 0^\circ$ – $6^\circ$ – $12^\circ$  Wärme verursachen geringes Nahrungsbedürfnis (die Verdauung wird sehr träge), die Eiproduktion hört auf, die Beweglichkeit wird gering oder erlischt, Hunger wird 3–4–9 Tage ausgehalten. B. *Hohe Temperaturen*  $25^\circ$ – $37^\circ$  verursachen hohes Nahrungsbedürfnis (die Verdauung ist

höchst lebhaft), die Eiproduktion ist groß, die Bewegungen werden sehr lebhaft, aber Hunger wird sehr schlecht vertragen, ein, höchstens zwei Tage. Dementsprechend hält die Laus Nässe und Kälte gut aus, aber in Nässe und Wärme geht sie rasch zugrunde. Bei Einwirkung von mittleren Temperaturen 10°—20°—22° gleichen sich die Extreme zwischen A und B ungefähr aus. Es wurden von mir über 1460 Läuse in verschiedenen Temperaturstufen hungernd beobachtet, und zwar bei +37°, bei 25°—30°, bei 10°—20°, bei 6°. Die kleine Tabelle gibt an, wieviel Prozent der Läuse Hungertage (zu 24 Stunden) bei der betreffenden Temperatur aushielten.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Hungertage										
bei 37° . . . .	41										} in %
bei 25°—30° .	85	6									
bei 10°—20° .	98	90	67	37	10	2	1				
bei 6° . . . .	100	97	93	79	54	36	18	11	2		

Durch das lange Aushalten von Hunger bei niedrigeren Temperaturen wird es uns erklärlich, warum eine Entlausung durch Aushungern meist verkehrt ist. Wenn verlauste Kleidungsstücke 3—4 Tage (im Herbst z. B.) im Freien gehangen haben, so sind die Läuse noch längst nicht alle tot. Wird ein solches Stück wieder angezogen, so sind eben noch genug Läuse da. Selbst tiefe

Weibchen	1	lebte nach der	3. Häutung	45 Tage	und brachte	197 Eier
"	2	"	"	"	"	37
"	3	"	"	"	"	37
"	4	"	"	"	"	36
"	5	"	"	"	"	25
"	6	"	"	"	"	21

Temperaturen bis —10° und —13° töten die Läuse nicht sicher ab; 3° bis 4° Kälte halten sie ausgezeichnet aus. Auch Larven, die soeben ausgeschlüpft waren und noch nie gesogen hatten, habe ich bei +6° 4 Tage hungernd lebend erhalten.

Genau so widerstandsfähig sind Läuse gegen Nässe und Kälte. Bei +6° habe ich z. B. folgenden Versuch gemacht: 10 Läuse (5 ♂ und 5 ♀) kamen 14 Stunden unter Wasser, nach 2 Stunden Trockenzeit lebten alle zehn; dann wieder 22 Stunden unter Wasser, nach 2 Stunden Trockenzeit lebten alle zehn; dann wieder 5 Stunden unter Wasser, nach 2 Stunden Trockenzeit lebten alle zehn; dann wieder 14 Stunden unter Wasser, nach 3 Stunden Trockenzeit lebten noch sieben. — Es kommt also ein „Ertränken“ der Läuse als Entlausungsverfahren bei niedriger Temperatur nicht in Frage. — Dagegen hält die Kleiderlaus, wie schon oben bemerkt, höhere Temperaturen 37° bis 40° nur kurze Zeit aus, zumal wenn sie hungert; 50° vermag sie etwa ½ Stunde auszuhalten; bei noch höherer Temperatur geht sie sehr schnell ein, ebenso die Nissen, und dieser

Faktor kommt für die Massenentlausung in Frage. Die Zeiten und Temperaturhöhen, welche von den Läusen als Maximum ertragen werden, geben die neueren Beobachter alle etwas verschieden an, aber alle Angaben bewegen sich zwischen 55° bis 60°.

Die Eiproduktion selbst wird ganz von zwei Faktoren beherrscht, der Temperatur und der Ernährung. Bei etwa 30° bis 35° und guter Ernährung (pro Tag 2—3—4 Mahlzeiten) werden 4—7 Eier pro Tag abgelegt. Bringt man Läuse aus 25°—30° in etwa +6°, so hört die Eiablage sofort auf; verbringt man sie wieder in höhere Temperatur, so setzt die Eiablage wieder ein. Sikora gibt an, daß bereits bei +25° die Eiablage aufhöre, ich habe andere Beobachtungen gemacht und sage, daß auch bei +18° bis 20° sicher noch Eier gelegt werden. Mit Sikora stimme ich darin überein, daß bei und unter +10° keine Eier mehr abgesetzt werden. Wohl aber habe ich beobachtet, daß ein Weibchen noch am 5. Hungertage ein Ei legte. Auch legten am 2. und 3. Hungertage Weibchen bei mir noch Eier in Zimmertemperatur. Bei diesen differierenden Zahlenangaben möchte ich wieder daran erinnern, was ich über die Rassenfrage unter den Kleiderläusen sagte. Um einige Zahlen anzuführen, wieviel ein einzelnes Weibchen bei reichlicher Ernährung und optimaler Temperatur (30° bis 35°) Eier produzieren kann, bringe ich die neuesten Angaben von Sikora:

Der Stech- und Saugakt der Läuse ist ein sehr anziehendes Schauspiel. Die weitverbreitete Ansicht, „daß die Läuse beißen“, ist falsch; dem Bau ihrer Mundwerkzeuge nach können sie das nicht. Man muß also vom Läusestich, nicht Läusebiß sprechen. Dabei sind sie nur befähigt, strömendwarmes Blut aufzunehmen, und diese Beschränkung in ihrer Nahrung macht auch die Aufzucht recht schwierig, ja bei Fleckfiebergefahr unmöglich. Läuse, die hungrig sind und auf die Haut gebracht werden, stechen bald ein, indem sie den Kopf etwas senken und sich mit den Füßen in den Hautrillen festkrallen. Oft bietet ihnen ein Körperhaar einen willkommenen Haltepunkt. Der Stich selbst ist nicht immer zu spüren, es herrscht hier eine große individuelle Verschiedenheit bei den einzelnen Personen und bei diesen wieder in den einzelnen Körperregionen. Sikora gibt von sich an, sie habe nach dem Läusestich keinen Juckreiz vermerkt; nun, dies ist wohl, wie sie selbst vermutet, persönliche Disposition. Ich selbst habe mich viel von Läusen in allen möglichen Körperregionen stechen lassen und bin stichempfindlich, aber nicht an allen

Stellen. Z. B. nicht auf dem Handrücken und an der Schläfe. In Hals- und Gürtelgegend merke ich jeden Stich, und es bildet sich eine Quaddel. Daß nach dem Läusestich Juckreiz auftritt, auf den der Wirt mit Kratzen reagiert, ist bekannt und das Normale, sonst gäbe es ja eigentlich keine „Läuseplage“. Bald nach dem Einstich des Rüssels und dem Einfluß des Läuseseichels in die Hautkapillaren sieht man das Blut durch den Mund in die Kopfsaugpumpe in den Magen einströmen. Namentlich das Arbeiten der ersteren ist sehr lebhaft (in Takten von  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{4}$  Sekunde) und man kann es gut beobachten, genau so wie die lebhaft, ja stürmische Peristaltik des Darmkanals. Bei ausgehungerten Tieren ist auch die allmähliche Auffüllung des Darmes mit Blut sehr genau zu erkennen. Die Dauer des Blutsaugens ist verschieden lang. Ich habe Zeiten zwischen 8—23 Minuten beobachtet. Sikora und andere geben stundenlanges Saugen an, allerdings mit Pausen im eigentlichen Saugakt, was dann wohl auf dasselbe hinauskommt. Die Menge des aufgesogenen Blutes ist recht gering, daher das fortgesetzte Nahrungsbedürfnis. Widmann, der auf 3—5 Minuten den Saugakt angibt, sagt, daß 0,7 bis 1,1 Milligramm = 0,6—1,0 Kubikmillimeter Blut aufgenommen würden. Ich selbst konnte in Ermangelung von Apparaten keine eigenen Untersuchungen darüber anstellen. Recht merkwürdig ist, daß die Läuse während des Beginnes des Saugaktes sehr unempfindlich gegen Verletzungen sind. Solchen Tieren habe ich Fühler und Füße abgeschnitten, ohne daß sie sich im Saugen stören ließen. Ist ein Tier satt, so bleibt es gewöhnlich noch einige Zeit auf der Stichstelle sitzen, wohl um den Rüssel herauszuziehen. Aber auch wenn dies geschehen, ruht es noch einige Zeit aus, ehe die Abwanderung von der Haut erfolgt. Wenn man eine satte oder fast gesättigte Laus nur ganz gering berührt, so verläßt sie sofort die Stichstelle. Die Quaddelbildung nach dem Stich kann sofort erfolgen, aber auch erst einige Zeit später. Die Form der Quaddeln ist meist rundlich, kann aber auch eine wurzelähnliche sein, wie sie z. B. Fig. 6 wiedergibt in natürlicher Größe. Hier in diesem Falle hatte ein Weibchen am 5. Hungertage gesogen. Die ersten 5 Einstiche waren erfolglos gewesen, erst der 6. Einstich (unten) war erfolgreich. Solche vergeblichen Einstiche kommen besonders bei schwachen Tieren öfters vor. (Im vorliegenden Falle wurden die Stichstellen von mir besonders markiert auf der Haut mit Tusche.)

Über die auch von anderer Seite erwähnte „Gewöhnung an Läusestiche“ möchte ich noch einige Bemerkungen einflechten sowie über die individuelle Verschiedenheit gegenüber dem Läusebefall überhaupt. Nahezu an 1000 Personen habe ich darüber gefragt, und zwar handelte es sich um Soldaten in der Ostfront, die zum Teil seit 13 Monaten im Felde standen, zum Teil als Ersatz nachgeschickt worden waren.

Alle hatten mit den Läusen in irgendwelcher Form Bekanntschaft gemacht. Ich möchte vier Gruppen aufstellen.

*Gruppe A* umfaßt Personen, die seit Monaten zwischen Verlausten leben und selbst nie von Läusen angefallen werden. Prophylaktische Mittel sind nicht gebraucht worden, spielen also keine Rolle.

*Gruppe B* umfaßt Personen, die von Läusen stark befallen wurden. Sie haben vor Monaten schon jeden Läusestich gespürt und sind auch heute noch voll stichempfindlich.

*Gruppe C* umfaßt Personen, die früher (im Herbst und Winter) von Läusen geplagt wurden, aber jetzt nicht mehr stichempfindlich sind. Eine Stichunempfindlichkeit trat also ein.

*Gruppe D* umfaßt Personen, die früher Läusestiche nicht spürten und auch heute nichts davon merken.

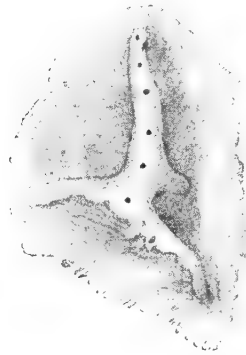


Fig. 6.

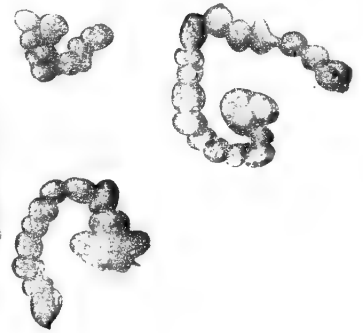


Fig. 7.

Diese Gruppen sind nicht gleichwertig; Gruppe A wird gar nicht befallen. Gruppe B ist stichempfindlich geblieben; Gruppe C wird stichunempfindlich; Gruppe D war von vornherein stichunempfindlich. Diese Erscheinungen decken sich zum Teil mit denen, die wir von dem Immunssein bzw. Immunwerden gegenüber den Stichen anderer Insekten kennen (z. B. Bienen und Mücken). Diese „Gewöhnung an Läusestiche“ macht es uns auch erklärlich, warum ein guter Teil der Zivilbevölkerung in Russisch-Polen so indolent gegen die Verlausung ist. Andererseits haben ja die Unempfindlichen kein Interesse an der Entlausung, da sie nicht geplagt werden; sie sind aber für die Fleckfieberverbreitung besonders gefährlich, da sie oft ihre Verlausung gar nicht wissen und die Läuse überall hin weiter verbreiten.

Auch die Verdauung wird durch die Temperatur geregelt (vergl. oben). Bei sehr hungrigen Tieren habe ich bereits 2 Minuten nach Beginn des Saugaktes frischen, roten Kot absetzen sehen. Kotreste bleiben immer im Darm, selbst bei noch so langem Hungern. Dieser alte Kot sieht schwarz aus und wird bei neuer Nahrungszufuhr natürlich zuerst abgesetzt. Ich habe Tiere vielfach Kot in Pausen von 1—1½ Minuten ausstoßen sehen, die

einzelnen Kotbrocken waren zu Schnüren (Fig. 7) verbacken, aber diese Schnüre zerfallen ziemlich leicht. Bei langsamerer Verdauung werden einzelne Kotbrocken abgestoßen.

Dies wäre in gedrängter Form das, was wir jetzt vom Leben der Kleiderlaus wissen. Die *Beschwerden, die eine Verlausung mit sich bringt*, sind zum Teil höchst unangenehm; ich selbst hatte viermal diese „Einquartierung“ und wurde nachts durch Stiche am Schläfe gehindert. Bei länger dauernder Verlausung kommt es dann durch das Kratzen besonders zu starken Verheerungen auf der Hautoberfläche. Ich habe Verlauste gesehen, die am Körper kaum eine heile Stelle hatten. Besonders die Gürtelgegend, die Füße sowie Schultern und Brust waren mit langen, blutigen Kratzwunden infolge des ständigen Juckreizes bedeckt. Viel gefährlicher aber ist die Rolle, welche die Läuse als Überträger des Fleckfiebers (= Flecktyphus = Typhus exanthematicus) und des Rückfallfiebers (Febris recurrens) spielen. Ihre energischste Bekämpfung ist schon aus letzterem Grunde geboten.

Auf die verschiedenen Arten der Bekämpfung und auf die prophylaktischen Maßnahmen und ihren Wert gehe ich hier nicht ein, denn das ist ein ganzes Kapitel für sich. In den einleitenden Worten habe ich dies bereits betont.

#### Literaturangaben.

Von der bereits sehr umfangreichen Literatur möchte ich hier nur einige Arbeiten anführen, die in erster Linie die Biologie berücksichtigen. Noch täglich erscheinen Arbeiten auf diesem Gebiet und es ist erfreulich, daß man sich dem Studium dieser früher als harmlos angesehenen Parasiten energisch widmet. Hätten wir das, was wir heute vom Leben der Kleiderlaus wissen, früher gewußt, es wären Hunderttausende erspart geblieben, ganz abgesehen von den Verlusten an Menschenleben durch Fleckfieber. Mehr als ein deutscher Arzt und Forscher fiel ihm leider zum Opfer.

*Gaulke*: Über Läuse und Läuseucht (Phthiriasis) in therapeutischer und medizinisch-polizeilicher Beziehung. In *Caspar*: Vierteljahrschrift für gerichtliche und öffentliche Medizin Bd. 23. Berlin 1863.

*Hase, Albrecht*: Beiträge zu einer Biologie der Kleiderlaus. Zeitschr. f. angewandte Entomologie Bd. II, H. 2. Auch Separat als Flugschrift d. deutschen Gesellsch. f. angewandte Entomologie. Berlin, P. Parey, 1915.

*Hase, Albrecht*: Weitere Beobachtungen über die Läuseplage. Zentralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Orig.-Abh. 1915.

*Hase, Albrecht*: Praktische Ratschläge für die Entlausung der Zivilbevölkerung in Russisch-Polen. Nach eigenen Erfahrungen. Berlin, P. Parey, 1915.

*Heymann, Bruno*: Die Bekämpfung der Kleiderläuse. Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskrankheiten (Leipzig) Bd. 80. 1915.

*Nocht, B. und Halberkann, J.*: Beiträge zur Läusefrage. Münchener Med. Wochenschr. Nr. 18, 1915, Jahrg. 62.

*Patton, W. Se. und Cragg, Th. W.*: A Textbook of Medical Entomology. London 1913.

*Prowazek, S. v.*: Bemerkungen über die Biologie und Bekämpfung der Kleiderlaus. Münchener Med. Wochenschr. Nr. 2, 1915. Jahrg. 62.

*Sikora, Hilda*: Beiträge zur Biologie von *Pediculus vestimenti*. Zentralbl. f. Bakteriol., Parasitenkunde und Infektionskrankheiten Bd. 76, 1915.

*Versluys, J.*: Die Verbreitung von Seuchen durch Insekten und andere Gliederfüßer im Kriege. Bericht d. oberhessischen Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Gießen, Neue Folge, Nat.-wiss. Abt. Bd. 6, 1914.

*Warburton*: Report on Rag Flock. Report to the local Government Board. London 1910.

*Widmann, Eugen*: Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Kleiderlaus und deren Bekämpfung. Zeitschrift f. Hygiene und Infektionskrankheiten Bd. 80, 1915.

*Wollermann und Büscher*: Beobachtungen über Kleiderläuse und ihre Nissen. Klinische Beiträge. Würzburg 1914.

*Wülker, G.*: Zur Frage der Läusebekämpfung. Münchener Med. Wochenschr. Nr. 18, 1915.

*Zupnick, L.*: Über Zuchtversuche von Läusen aus Nissen. Wiener Klinische Wochenschrift 1915, Nr. 21.

#### Physikalische Mitteilungen.

*Kamerlingh Onnes* hat beobachtet, daß bei Temperaturen in der Nähe des absoluten Nullpunktes der Widerstand verschiedener Metalle so klein wird, daß er nur den hunderttausendmillionstel Teil des bei 0° gemessenen beträgt. Der Übergang in diesen Zustand der **Ultraleitfähigkeit** erfolgt sehr plötzlich. Näherte man einem in flüssiges Helium (Temperatur 4° absol.) getauchten Bleiringe einen Magneten, so wurde in diesem, wie üblich, eine elektromotorische Kraft induziert. Der so entstandene Strom hörte aber beim Festhalten des Magneten nicht auf, sondern blieb sehr lange Zeit auch nachher mit nahezu ungeänderter Stärke bestehen. Sein Abfall erfolgte so langsam, daß er schätzungsweise erst nach vier Tagen auf die Hälfte seines Anfangswertes abgeklungen wäre. Von diesen Erscheinungen vermag die gewöhnliche Elektronentheorie der metallischen Leitung keine Rechenschaft zu geben. Sie würde auch noch versagen, selbst wenn man die Zahl der Stromleitung vermittelnden Elektronen oder ihre freie Weglänge innerhalb plausibler Grenzen erhöhen würde. *J. J. Thomson* (*Phil. Mag.* (6) 30, S. 192, 1915) greift deshalb auf eine schon früher von ihm in seiner „Korpuskulartheorie der Materie“ entwickelte Theorie zurück. Nach dieser enthalten die Atome gewisser Substanzen, wie die der Metalle, elektrische Dubletts, d. h. zwei in geringer Entfernung voneinander angeordnete entgegengesetzt gleiche elektrische Ladungen. Die Achsen derselben sind für gewöhnlich regellos im Raume verteilt; unter dem Einflusse einer äußeren elektrischen Kraft suchen sie sich parallel dazu zu stellen, werden daran aber zum großen Teil durch verschiedene Einflüsse gehindert. Solche sind z. B. bei den Gasen die Zusammenstöße ihrer Moleküle, bei den festen und flüssigen Körpern die Rotation derselben. Bei einer Reihe gleichgerichteter Moleküle vermögen nun die Elektronen unter dem Einfluß der Anziehungskräfte zwischen den entgegengesetzt geladenen Enden zweier benachbarter Dubletts von einem zum anderen überzugehen und so die Stromleitung zu übernehmen. Da in der Nähe des absoluten Nullpunktes jene Störungen fortfallen, so werden fast alle Dubletts gleichgerichtet, so daß hier die Ultraleitfähigkeit eintreten muß. Nach Aufhören der elektromotorischen Kraft werden bei gewöhnlichen Temperaturen die Dubletts durch die Wärmebewegungen der Atome und Moleküle wieder desorientiert. Erst



bei tiefen Temperaturen fällt auch diese Störungsquelle fort, außerdem werden die Dubletts durch die zwischen ihnen wirkenden elektrischen Kräfte in der von ihnen eingenommenen regelmäßigen Anordnung gehalten, so daß dann die Elektronen auch ohne äußere elektromotorische Kraft zwischen ihnen übergehen können und der Strom für längere Zeit nachher erhalten bleibt.

Man hatte bisher angenommen, daß die **Reflexion der Gasmoleküle an einer festen Wand** unabhängig von ihrem Einfallswinkel erfolge, und daß die Zahl der in verschiedenen Richtungen reflektierten Moleküle proportional dem Cosinus des Winkels gegen die Normale der reflektierenden Fläche sei; ein experimenteller Beweis für diese Annahme fehlte bisher. Vorbedingung für das Gelingen desselben war die Herstellung eines Gasstromes, bei welchem sich sämtliche Moleküle nur in der Stromrichtung bewegten, während gewöhnlich die Moleküle eines Gases nach allen Richtungen hin ohne Unterschied fliegen. Dies ist *R. W. Wood* (*Phil. Mag.* (6) 30, S. 300, 1915) auf folgende Weise gelungen: Ein gut evakuiertes Glasrohr trug unten nach einer Verengung eine kleine Kugel. Das Ganze befand sich in einem Bade mit flüssiger Luft, mit Ausnahme des obersten umgebogenen Teils, welcher einen Tropfen Quecksilber enthielt. Durch schwache Heizung dieses Stücks verdampfte das Quecksilber und wurde in dem vertikalen Rohrteile z. T. wieder kondensiert. Die Moleküle traten in diesen zunächst mit allen möglichen Richtungen ein; alle die aber, welche sich nicht in der Richtung der Rohrachse bewegten, wurden sofort in dem oberen Teile des vertikalen Rohres an der Wandung niedergeschlagen. Die Dichte des Niederschlages, welcher sich nur auf wenige Zentimeter erstreckte, nahm von oben nach unten bald ab. Der ganze übrige Teil des Rohres blieb frei von Quecksilberkondensat, da ja keine Moleküle mehr auf die Rohrwandungen trafen, bis auf die schrägen Flächen, welche zu der Verengung überleiteten. Aus dieser traten die sämtlich gleichgerichteten Quecksilbermoleküle als scharfer Strahl in die Kugel über und erzeugten auf der der Verengung gegenüber liegenden Wandung einen scharfen kreisförmigen Fleck. Nachdem so ein Strahl von gleichgerichteten Molekülen erzeugt war, wurde in der Kugel unter  $45^\circ$  gegen die Strahlrichtung eine kleine reflektierende Fläche aus Glas oder Glimmer angebracht, die auf höherer Temperatur gehalten wurde, damit nicht der Quecksilberdampf an ihr kondensierte. Es zeigte sich dann auf der dieser gegenüberliegenden Halbkugel ein Quecksilberniederschlag, welcher am intensivsten an der Stelle war, an welcher die auf der Fläche errichtete Normale die Kugel traf, und dessen Intensität mit wachsendem Winkel gegen diese Normale abnahm. Damit dürfte das eingangs angegebene Reflexionsgesetz der Gasmoleküle experimentell bestätigt sein. Auffallend ist, daß bei Winkeln, welche  $80^\circ$  überschritten, keine Reflexion mehr eintreten schien, denn die diesen entsprechenden Stellen der Kugelwandung blieben völlig frei von Quecksilber.

Einige Kristalle, vor allem der Rubin, haben die Eigenschaft, bei der Temperatur der flüssigen Luft scharfe Absorptions- oder Fluoreszenzlinien aufzuweisen. Obwohl diese im Magnetfeld alle Eigenschaften des Zeemaneffektes (Aufspaltung und Polarisation) zeigen, war an ihnen der **Stärkeffekt**, d. h. die von *Stark* zuerst an den Wasserstoff- und später auch an anderen Emissionslinien entdeckte analoge Einwirkung eines elektrischen Feldes, nicht zu beobachten (*C. E. Mendenhall* und *R. W. Wood*, *Phil. Mag.* (6) 30, S. 316,

1915). Dasselbe negative Resultat wurde auch an den scharfen Absorptionslinien von auf  $-185^\circ$  abgekühlten Kristallen von Monazit, Praseodymsulfat, Neodymsulfat und -nitrat und Uranyl nitrat sowie der scharfen Fluoreszenzlinie 5736 einer gewissen Art von Weardale-Fluorit erhalten. Die letztere zeigte auch keinen Zeemaneffekt.

Nach der Elektronentheorie muß ein **Körper aus magnetischem Material bei seiner Rotation magnetisiert** werden. Das entstehende innere Feld ist gleichförmig, parallel zur Rotationsachse und proportional der Winkelgeschwindigkeit; seine Richtung ist entgegengesetzt zu der desjenigen Feldes, welches durch einen elektrischen Strom hervorgebracht würde, der in der Rotationsrichtung um den Körper fließt. Eine unmagnetische Substanz wird dagegen durch Rotation nicht magnetisiert. Versuche von *S. J. Barnett* (*Phys. Rev.* 6, S. 171, 1915) an Eisenstäben haben diese Folgerungen bestätigt. Die Intensität der Magnetisierung ergab sich zu  $1.5 \cdot 10^{-6}$  C. G. S.-Einheiten pro Umdrehung/Sekunde. Würde der Stab mit der Rotationsgeschwindigkeit der Erde gedreht werden, so würde seine Intensität der Magnetisierung nur  $2 \cdot 10^{-10}$  von derjenigen der Erde betragen. Dieser Wert würde sich noch verringern, wenn dem rotierenden Eisen Kugelgestalt gegeben werden würde.

Den **Schmelzpunkt des Wolframs** hat *J. Langmuir* (*Phys. Rev.* 6, S. 138, 1915) nach drei verschiedenen Methoden bestimmt. Aus der Messung der Helligkeit des Wolframs bei einer Temperatur dicht unterhalb des Schmelzpunktes ( $7200 \text{ int. Kerzen/cm}^2$ ) ergibt sich derselbe zu  $3540 \pm 50^\circ$  absol. Bei der zweiten Methode wurde die schwarze Temperatur des Wolframfadens in einer Glühlampe im Augenblicke des Schmelzens mit einem Holborn-Kurlbaum-Pyrometer gemessen, während das Emissionsvermögen durch Beobachtung an Lampen mit spiralförmig gewundenen Fäden zu 0.46 (für die Wellenlänge  $0.667 \mu$ ) erhalten wurde. Mit Hilfe dieses Wertes wurde die schwarze Temperatur auf wahre Temperatur umgerechnet und so die Schmelztemperatur zu  $3532^\circ$  absol. bestimmt. Bei der dritten Methode wurde ein Wechselstromlichtbogen zwischen zwei Wolframelektroden in Stickstoff erzeugt und die Stromstärke bis zum Schmelzen derselben erhöht. Durch Messung der Helligkeit der geschmolzenen Oberfläche und der des Bildes der einen Elektrode, welches an der anderen reflektiert wurde, konnte die schwarze Temperatur und das Reflexionsvermögen des geschmolzenen Wolframs an derselben Oberfläche bestimmt werden. So ergab sich das Emissionsvermögen zu 0.425 (für die oben angegebene Wellenlänge) und der Schmelzpunkt zu  $3566^\circ$  absol. Aus einer Diskussion der Fehlerquellen der verschiedenen Methoden ergibt sich als wahrscheinlichster Mittelwert des Schmelzpunktes des Wolframs  $3540 \pm 30^\circ$  absol. Diese Zahl liegt um einige Hundert Grad höher als die von anderen Autoren früher gefundenen Temperaturen. Die Differenz ist wahrscheinlich auf die Gegenwart von Kohlenstoffdampf oder -verbindungen bei den früheren Versuchen zurückzuführen, durch welche der Schmelzpunkt erniedrigt und das Emissionsvermögen erhöht wird.

Die **kürzeste ultraviolette Strahlung**, welche man mit Quarzspektrographen erhält, ist die der Aluminiumlinien bei 1850 Å. Die kürzeren Wellenlängen werden durch die Luft und die Gelatine der photographischen Platte absorbiert. Durch Benutzung eines

Vakuumspektrographen und von eigens hergestellten gelatinefreien Platten gelang es *Viktor Schumann*, diese Grenze bis auf 1230 A. E. herunterzudrücken, wo die Absorption des für die Optik des Apparates verwendeten Flußspates einsetzt. Vermeidet man alle absorbierenden Medien zwischen Lichtquelle und Platte, so kann man noch kürzere Wellen nachweisen. Der Vakuumspektrograph von *Th. Lyman*, mit welchem er Linien bis zur Wellenlänge 900 A. E. erhielt, besteht im wesentlichen aus einem in einem Messingrohr aufgestellten Konkavgitter. Das Rohr wird mit Wasserstoff von 2 bis 3 mm Druck gefüllt. Die elektrische Entladung erfolgt in einem in das Messingrohr eingesetzten Quarzrohr, welches nach dem Spalt hin offen ist, so daß das Wasserstofflicht auf das Beugungsgitter fallen kann, ohne irgendwelche festen Körper zu passieren. Die Spektrallinien werden wieder mit einer in der Nähe des Spaltes angeordneten gelatinefreien Schumann-Platte photographiert. Da bei 900 A. E. die Absorption des Wasserstoffes merklich wird, so ersetzte *Lyman* (*Proc. Amer. Nat. Ac.* 1, S. 368, 1915) diesen durch Helium und konnte hier als kürzeste Wellenlänge die von 600 A. E. einreichen. Bis zum Anschluß an die Röntgenstrahlen, welche eine Wellenlänge von etwa 1 A. E. besitzen, fehlt indessen immerhin noch ein ziemliches Stück. Zwar ist es *Dember* gelungen, sehr weiche Röntgenstrahlen zu erhalten, doch fehlt für diese noch eine einwandfreie Bestimmung ihrer Wellenlänge. In dem von *Lyman* neu erschlossenen Gebiete herrscht die Wasserstofflinie 1216 A. E. vor, welche das erste Glied einer von *Ritz* vorausgesetzten Serie bildet. Auch die beiden nächsten Glieder dieser Serie wurden bei 1026 und 972 A. E. aufgefunden. Das Spektrum des Heliums ist wegen seines Gehaltes an Wasserstoff bei nicht kondensierten Entladungen mit denen des reinen Wasserstoffs identisch. Erst bei kondensierten Entladungen beobachtet man unterhalb von 900 A. E. acht bis neun neue, zum Teil recht intensive Linien.

Durch Diskussion eines großen Beobachtungsmaterials war *St. John* (s. ds. ZS. 2. VII. 1915) zu dem Ergebnis gekommen, daß die **Juliusche Theorie der anomalen Dispersion** nicht zutrifft. Nach dieser sollen schwache Linien, welche um weniger als 0,5 A. E. von starken abstehen, eine Verschiebung erleiden, und zwar soll diese nach Rot hin erfolgen, wenn die schwache Linie auf der violetten, und nach Violett hin geschehen, wenn sie auf der roten Seite der starken Linie liegt; ferner soll die Verschiebung im letzteren Falle größer als im ersteren sein. Durch Untersuchung einer großen Reihe von Eisenlinien kommt nun *S. Albrecht* (*Astrophys. J.* 41, S. 333, 1915) — im Gegensatz zu *St. John* — zu dem Resultat, daß die Juliusche Theorie vollständig bestätigt wird. Bei einem mittleren Abstand der beiden Linien von 0,22 A. E. beträgt die Verschiebung für nach Rot zu gelegene Begleiter 0,007, für die nach Violett zu gelegenen 0,005 A. E. Sie nimmt mit wachsendem Abstände der beiden Linien ab. — Gleichzeitig wird der Druck in der umkehrenden Schicht, für die Stelle, an welcher die Eisenlinien entstehen, zu 0,5 A. E. berechnet.

Als Material für sehr empfindliche Widerstandsthermometer verwendet *S. L. Brown* (*Phys. Rev.* 5, S. 126, 1915) Metalloxyde. Diese werden in Porzellanröhren geschmolzen, wodurch man leicht feste Stäbe von 5–6" Länge und  $\frac{1}{8}$ " Durchmesser erhält, die gegen mechanische und rohe Wärmebehandlung

unempfindlich sind und auch bei Erhitzung bis 500° ihren Nullpunktswiderstand nicht ändern. Die Schwierigkeit der variablen Kontaktwiderstände wird dadurch umgangen, daß gegen die Enden zwei Paare von Bleiblechen gedrückt werden, von denen das eine zur Stromzuführung, das andere zur Anlegung der zum Kompensationsapparat gehenden Leitungen dient. Näher untersucht wurden Kuprioxyd, welches, bei 1400° geschmolzen, sich zum größten Teil in Kuprooxyd umwandelte; Ferrioxyd, das sich bei der Schmelztemperatur von 1550° in Magnetit verwandelte, und Bleioxyd. Die beiden ersteren bewährten sich für Messungen bis 500° am besten und hatten bei niedrigen Temperaturen sehr große, bei höheren Temperaturen noch ausreichende Empfindlichkeit. Der Widerstand des Magnetit-Thermometers ließ sich zwischen 10° und 30° durch ein parabolisches Gesetz mit einer Genauigkeit von 0,1° darstellen. Bei 0° ist es 16mal, bei Zimmertemperatur 8mal empfindlicher als ein Platinwiderstands-Thermometer.

Die Existenz von ionisierten Oberflächenschichten an Metallen beweist *G. W. Stewart* (*Phys. Rev.* 5, S. 182, 1915) durch Versuche mit einem Silber- und einem Neusilberblech, die bis auf eine halbe Wellenlänge planparallel zueinander bewegt werden konnten. Während ohne die ionisierte Schicht ein Stromübergang erst bei einem Abstände von einer Wellenlänge hätte auftreten dürfen, wurde ein solcher tatsächlich schon bei einem Abstände von 4 Wellenlängen beobachtet. Bei gleichzeitiger Gegenwart von Wasserdampf und einigen anderen Gasen erstreckt sich die Oberflächenschicht auf 10 bis 40 Wellenlängen. Der Ursprung der Ionisierung ist bis jetzt nicht ganz klar; als Ursachen können Eigenstrahlung der Metalle, unbekannte radioaktive Verunreinigung oder chemische Wirkungen in Frage kommen. Die Existenz der ionisierten Gasschichten ist von Wichtigkeit für die Erklärung der Kohärerwirkung, für das Auftreten von Doppelschichten bei niedrigen Drucken und für die Ionisierung, welche man im allgemeinen der durchdringenden Strahlung zuschreibt.

In einer Quecksilberlampe sendet auch der Dampf, welcher von dem Bogen nach einer angesetzten Kondensationskammer strömt, ein Spektrum aus, das mit dem vom Bogen emittierten identisch ist. Das Leuchten dieses Dampfes rührt nun nicht, wie *C. D. Child* (*Phys. Rev.* 5, S. 183, 1915) nachweist, von der Ionisation des Dampfes, sondern von der **Wiedervereinigung der Ionen** her. Ein Beweis dafür ist, daß das Leuchten durch ein elektrisches Feld nicht gestört wird; ein weiterer, daß dieses Leuchten auch beträchtliche Zeit nach dem Aufhören des Stromes andauert.

Bei höheren Temperaturen sind **Quarzröhren für Gase durchlässig**. Nach Untersuchungen von *E. C. Mayer* (*Phys. Rev.* 5, S. 185, 1915) entweicht Wasserstoff aus durchsichtigen Quarzröhren bei Temperaturen von 330° an bei Drucken von 20 cm Unter- bis 20 cm Überdruck. Für Stickstoff und Sauerstoff konnte bei Drucken unter einer Atmosphäre kein Entweichen festgestellt werden. Für alle Gase wächst bei konstanter Temperatur die aus dem Quarzrohre herausgehende Menge mit wachsendem Druck. Von den untersuchten Gasen entweicht der Wasserstoff am stärksten, der Stickstoff am geringsten.

G. Berndt, Berlin-Friedenau.

## Chemische Mitteilungen.

**Ein neues Verfahren zur Teerdestillation.** Die Destillation des Teers erfolgte bisher ausschließlich in sogen. Teerblasen, kesselartigen schmiedeeisernen Gefäßen mit meist direkter Feuerung und einem Fassungsraum von 5—30 cbm. Diese Teerblasen werden periodisch mit Teer gefüllt, der Inhalt zum Sieden erhitzt und ein bestimmter Teil abdestilliert. Der Rückstand, der je nach dem Grade der Abtreibung Dachpappenmasse, Weich- oder Hartpech ist, wird vor erneuter Füllung der Blase abgelassen. Diese Arbeitsweise ist wenig wirtschaftlich und auch nicht ungefährlich; denn durch das ständige Kochen der großen Teermassen bei steigender Siedetemperatur wird viel Wärme verbraucht, der Teer schäumt ferner häufig, was ein Überkochen zur Folge haben kann, und beim Ablassen des heißen Pechs kann schließlich leicht ein Brand entstehen. Auf ganz anderer Grundlage beruht das neue von Dr. *Kubierschky* angegebene Destillationsverfahren, das von C. H. *Borrmann* in der *Chemiker-Zeitung* 1915, S. 387 und 422, beschrieben wird. Dieses Verfahren gestattet ein völlig gefahrloses, kontinuierliches und wirtschaftliches Abdestillieren des Teers bis auf sprödes Hartpech. Die Destillation erfolgt in einem mit Dampf von 6—8 at Überdruck geheizten Kolonnenapparat (wie sie in der Spiritusindustrie seit langem gebräuchlich sind), in dem der stetig zugeführte Teer in feiner Verteilung herabrieselt, während ihm von unten ein gleichmäßiger Strom überhitzten Wasserdampfes von etwa 150° C entgegengeleitet wird. Ehe der Teer in die Destillierkolonne gelangt, strömt er durch einen Vorwärmer und einen Entwässerungsapparat; zur Vorwärmung dienen die bereits abdestillierten Teerdämpfe. In Gegenwart von Wasserdampf verdampfen auch sehr hochsiedende Öle bei verhältnismäßig niedriger Temperatur, und die Zusammensetzung der Dämpfe ist gesetzmäßig abhängig von dem Verhältnis der Dampfspannungen des Wassers und des Öles bei jener Temperatur. Je schwerer ein Öl siedet, um so mehr Wasserdampf geht für ein Gewichtsteil Öl mit über, jedoch nimmt der Dampfverbrauch mit steigender Destillationstemperatur sehr stark ab. Der neue Apparat liefert recht günstige Dampfverbrauchszahlen und scheidet den Teer in drei Fraktionen: Benzol, Teeröl und Pech, die eine stets gleichbleibende Zusammensetzung haben. Wenn Hartpech hergestellt werden soll, muß der Heizkörper durch einen Dampfüberhitzer ersetzt werden, der mit Ölrückständen oder Teer beheizt wird. Dieselbe Einrichtung wird auch dann benutzt, wenn kein Benzol, sondern nur Teeröl für Dieselmotoren und Pech aus dem Teer gewonnen werden soll. In diesem Fall wird zur Vorwärmung des Teers noch ein Vorwärmer in den Abgaskanal des Dampfüberhitzers eingebaut. Um die Wärme des Wasserdampfes nach Möglichkeit auszunutzen, wird das aus der Kolonne austretende Öl- und Wasserdampfgemisch nur bis auf 105° C abgekühlt, bei welcher Temperatur die Öle sich kondensieren, während der Dampf mit Hilfe eines Gebläses wieder durch den Überhitzer in die Destillierkolonne zurückbefördert wird. Bei größeren Teerdestillationsanlagen (Tagesleistung über 60 t) benutzt man zwei Kolonnenapparate; im ersten Apparat wird der Teer entwässert und von seinen leichtsiedenden Anteilen befreit, während im zweiten Apparat die Schwer- und Mittelöle abdestilliert werden. Bei diesem zweistufigen Betriebe ist eine noch bessere Wärmeausnutzung möglich. Die Vorteile des Verfahrens beruhen in dem ununterbrochenen Betrieb,

der Gewinnung gleichmäßiger und hochwertiger Produkte, dem Fortfall jeglicher Feuersgefahr, dem geringen Raumbedarf der Apparate, dem sparsamen Betriebe und der geringen Bedienung. Zur Destillation von 100 kg Teer bis auf Hartpech sind z. B. nur 30 kg Dampf, entsprechend etwa 4 kg Kohle, erforderlich. Zum Schluß teilt der Verfasser noch Betriebsresultate und eine Rentabilitätsberechnung mit, bezüglich deren auf das Original verwiesen werden muß.

**Ein Verfahren zur Herstellung von chemisch reinem Stickstoff** hat die *Siemens & Halske A.-G.* angegeben. Der nach den üblichen Verfahren hergestellte Stickstoff enthält in der Regel noch geringe Mengen Sauerstoff und Wasserdampf, deren Anwesenheit störend wirkt, wenn der Stickstoff zur Füllung von elektrischen Glühlampen Verwendung finden soll. Zur Entfernung dieser Verunreinigungen waren bisher kostspielige Einrichtungen erforderlich, mit deren Hilfe die völlige Reinigung des Gases aber auch nicht immer gelang. Bei dem neuen Verfahren wird als Ausgangsmaterial zur Herstellung reinen Stickstoffs eine Verbindung eines Alkalimetalls mit Stickstoff, z. B. Stickstoffkalium, benutzt. Da diese Verbindung aber beim Erhitzen verpufft, bedarf es besonderer Maßnahmen, um reinen Stickstoff daraus herzustellen. Es zeigte sich nun, daß man gute technische Resultate erhält, wenn man das Stickstoffkalium vor dem Erhitzen mit Tantalpulver mischt. Das erhitze Tantalpulver hat die Eigenschaft, Spuren von Sauerstoff und Wasserdampf aus dem Gase bzw. den Gefäßen aufzunehmen; der auf diesem Wege gewonnene Stickstoff ist so rein, daß eine besondere Trocknung des Gases nicht mehr nötig ist. Das Gemisch aus Stickstoffkalium und Tantalpulver wird zunächst langsam erhitzt, dann wird die Temperatur allmählich gesteigert, bis völlige Zersetzung des Stickstoffkaliums eingetreten ist. Um die Wirkung einer plötzlichen Drucksteigerung abzuschwächen, muß das entwickelte Gas Gelegenheit haben, sich auszudehnen, was durch Vorschaltung eines Gefäßes von entsprechenden Abmessungen erreicht werden kann.

**Zum Nachweis des Methans** haben O. *Hauser* und H. *Herzfeld* vor einigen Jahren (*Ber. d. Dt. Chem. Ges.* 1912, S. 3515) eine Methode angegeben, die auf der Beobachtung beruhte, daß Methan durch Ozon leicht zu Formaldehyd oxydiert und als solcher mittels der Mannichschen Reaktion mit Morphin-Schwefelsäure in einfacher Weise nachgewiesen werden kann. Zur schnellen Methanbestimmung in der Luft haben Verfasser neuerdings einen kleinen einfachen Apparat konstruiert. Dabei benutzen sie zur Ozonentwicklung die Elektrolyse von verdünnter Schwefelsäure an einer dünnen Elektrode aus Platinblech, die der Länge nach in die Glaswand des Apparates eingeschmolzen ist, derart daß die eine Hälfte nach außen, die andere Hälfte nach innen ragt. Auf diese Weise erzielt man, wenn das Gefäß von außen mit Eiswasser gekühlt wird, eine hinreichende Abkühlung der Anode, um das gebildete Ozon vor Zerstörung an der Platinfläche zu bewahren. Das zu untersuchende Luftgemisch wird mit dem ozonisierten Sauerstoff in einem Rohre gemischt und in einem an den Apparat angeschlossenen Vorstoß an feuchter Glaswolle adsorbiert. Die Glaswolle wird nach beendeter Reaktion vorsichtig in die Morphin-Schwefelsäure gebracht und mit Wasser überschichtet. Bei Gegenwart von Methan tritt nach einigen Minuten an der Randzone eine Violett-färbung auf. Die von den Verfassern angeführten Beleganalysen zeigen, daß mit-

tels dieser einfachen Apparatur 0,02—0,025 g Methan in wenigen Minuten mit voller Sicherheit als Formaldehyd nachgewiesen werden können. (*Berichte d. Dt. Chem. Ges.* 1915, S. 895—896.)

**Eine einfache Methode zur Unterscheidung von Benzin und Benzol** und zur einigermaßen genauen Abschätzung des Benzingehts in Gemischen ist in diesen Zeiten, wo vielfach Ersatzprodukte für Benzin oder Benzin-Benzol-Gemische auf den Markt gelangen, von ganz besonderem Werte. Durch den Geruch läßt sich die Zusammensetzung solcher Gemische ebenso wenig zuverlässig ermitteln wie durch die Bestimmung des spezifischen Gewichtes, auch die für reines Benzin bzw. reines Benzol sehr gut brauchbaren Reaktionen mit Jod oder mit Asphalt sind nicht anwendbar, wenn es sich um Gemische handelt. In dem Palmendrachblut wurde nun von Dr. *Dieterich* ein Harz gefunden, das sich für diesen Zweck sehr gut eignet, da es sich in reinem Benzin überhaupt nicht, in Benzol tiefrot und in Spiritus mit einem abweichenden Farbton löst. Die Chemische Fabrik Helfenberg, A.-G., bringt dieses Dracorubinharz in Form von damit getränkten Reagenzpapierblöckchen in den Handel, die die sichere qualitative und die annäherungsweise quantitative Untersuchung von flüssigen Brennstoffen auf ihren Gehalt an Benzin, Benzol und Spiritus jedermann in einfachster Weise ermöglichen. (*Chem. Apparatur* 1915, S. 180.)

**Über die Bestimmung sehr kleiner Mengen Schwefeldioxyd in der Luft** berichten *A. Seidell* und *Ph. W. Meserve*. Bei ihren Untersuchungen handelte es sich darum, die Luft in Eisenbahntunneln auf ihren Gehalt an Schwefeldioxyd zu prüfen, der nur etwa 0,001 % betrug. Zur Probenahme verwendeten sie evakuierte Glasflaschen von 2,5 l Inhalt. Das Schwefeldioxyd wurde in diesen Flaschen durch direkte Titration mit  $\frac{1}{1000}$ -N.-Jodlösung bestimmt; vorher wurden jedoch 5 cm eines 1proz. Stärkeklisters in die Flasche gebracht und durch Drehen der Flasche so verteilt, daß die ganze Flaschenwand damit benetzt wurde. Dann wurde bis zum Auftreten der blauen Färbung der Jodstärke titriert. Ein blinder Versuch ergab einen Jodverbrauch von 0,3 cm; diese Zahl ist von dem ermittelten Werte abzuziehen. Ferner zeigte sich, daß die Bestimmungsmethode stets zu niedrige Werte liefert, weshalb das Ergebnis der Titration durch Multiplikation mit 1,3 korrigiert werden muß. Die Probenahme muß in ganz trocknen Flaschen vorgenommen werden und die Titration muß unmittelbar danach erfolgen, damit das Schwefeldioxyd sich nicht oxydieren kann. (*Journ. Ind. Eng. Chem.* Bd. 6, S. 298—301.)

*A. Sander, Darmstadt.*

## Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

### 21. Oktober. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. *Waldeyer*.

1. Hr. *Helmert* las über neue Formeln für den Verlauf der Schwerkraft im Meeresniveau beim Festlande. Die Beschleunigung der Schwerkraft nimmt bekanntlich vom Äquator nach den beiden Polen hin etwas zu, eine Abhängigkeit von der geographischen Länge tritt nicht auffällig hervor. Dank dem in den letzten Jahrzehnten infolge der Tätigkeit der internationalen Erdmessung stark angewachsenen Material konnte kürzlich im Zen-

tralbureau derselben ein in der Schwerkraft vorhandenes kleines periodisches Glied, das von der doppelten Länge abhängt, ziemlich sicher nachgewiesen werden. Danach würde der Erdäquator von der Kreisform ein wenig abweichen und im Radiusvektor Schwankungen von etwas über 100 m besitzen.

2. Hr. *Haberlandt* legte eine gemeinsam mit Hr. Prof. Dr. *N. Zuntz* in Berlin verfaßte Mitteilung vor, betitelt: Über die Verdaulichkeit der Zellwände des Holzes. Um festzustellen, ob und in welchem Ausmaße die Zellwände des Holzes vom Wiederkäuer verdaut und verwertet werden, wurde Birkenholz, dessen Zellwände im allgemeinen nur schwach verholzt sind, in sehr fein verteiltem Zustande als „Holzschliff“ zu einem Fütterungs- und Stoffwechselversuch verwendet. Infolge des nassen Mahlverfahrens waren die Zellinhalte, Stärke und Fett, vollständig herausgeschwemmt, nur die zerrissenen Zellwände kamen in Betracht. Der Versuch wurde am Schaf angestellt und hatte das Ergebnis, daß von der Rohfaser des Holzes, die 32,3 % des lufttrockenen Holzschliffes betrug, 50,06 %, von den stickstofffreien Extraktstoffen, die 61,56 % des Holzschliffes ausmachten, 55,78 % verdaut wurden. Der Stärkewert des verfütterten Holzschliffes beträgt 35,8 und kommt demnach dem Stärkewert sehr guten Wiesenheues gleich. Die mikroskopische Untersuchung der Exkremente ergab ausgiebige Korrosionen der verdickten Zellwände des Holzes. Es hat somit eine weitgehende Verdauung des Birkenholzschliffes stattgefunden.

3. Hr. *Rubner* sprach „über die Verdaulichkeit des Birkenholzes“. (Ersch. später.) Die Untersuchung wurde veranlaßt durch die Mitteilung *Haberlandts* über den Stärke- und Fettgehalt des Birkenholzes im Frühjahr. Das von seiten der Behörden zur Verfügung gestellte Material hat nennenswerte Nährstoffe nicht enthalten, gab aber doch Veranlassung, die Verdaulichkeit des Holzes überhaupt zu prüfen. Das Ergebnis der an Hunden in größerer Zahl angestellten Experimente läßt dartun, daß etwa bis zu 27 % der täglichen Kost an Birkenmehl als Zusatz ertragen wurden. Von dem Birkenholzmehl wurde stets ein erheblicher Teil verdaut, das Optimum lag bei 22 % Gehalt der Kost, dabei war die Resorption 44,16 % des gefütterten Holzes, 39,22 % der Zellulose und 44,6 % der reichlich vorhandenen Pentosen. Eine Beeinträchtigung der Verdauung des gleichzeitig gefütterten Fleisches war nicht nachzuweisen. Die Pentosen werden reichlicher resorbiert wie die Holzfaser. Nach den Bestimmungen der Verbrennungswärme ist der optimale Nutzeffekt durch gefüttertes Birkenholz etwa 9 % des täglichen Energieumsatzes, der für den Stoffwechsel verwendbare Anteil der Energie ist aber jedenfalls erheblich geringer.

4. Das korrespondierende Mitglied Hr. *Robert* in Halle a. S. übersendet eine Mitteilung: Der goldene Zweig auf römischen Sarkophagen. Die frühere Vermutung des Verfassers, der Zweig auf dem Adonis-Sarkophage des Lateran bedeute die Rückkehr ins Leben, wird durch das ähnliche Motiv eines Kore-Sarkophags in Wien (*Overbeck, Kunstmyth. Atl. t. 17, 22*) bestätigt.

5. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von Herrn *Branca* in der Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 29. Juli vorgelegten Arbeit des Hrn. Prof. *G. Tornier* in Berlin: Untersuchungen über die Biologie und Phylogenie der Dinosaurier in die Abhandlungen. Erweiterte Präparation an *Archaeopteryx* ergibt, daß er unfähig war, auf den Hinterbeinen zu gehen und zu fliegen oder flattern; nur ein Abschweben war ihm möglich. Für die Dinosaurier wird die phylogenetische Entwicklung von Skelett und Muskulatur der Gliedmaßen gegeben und ihre Lebensweise erörtert.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 47.

19. November 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Faradays Gedächtnisschwäche. Von *Dr. Ernst Jentsch, Obernigk.* S. 625.

Zuschriften an die Herausgeber:

Über einige Baumwollieferanten der heimischen Flora. Von *E. Lehmann.* S. 631.

Besprechungen:

Runge, C., Graphische Methoden. Von *R. Rothe.* S. 632.

Hjelslev, Joh., Geometrische Experimente. Von *H. E. Timerding.* S. 632.

Ornithologische Mitteilungen. S. 633.

Physikalische Mitteilungen. S. 634–636.

Elektrizität der atmosphärischen Niederschläge. Luftelektrische Messungen. Kenntnis des Gehaltes der Luft an Radiumemanation. Lichtquellen zur Untersuchung der Absorptionsspektren im Ultraviolett. Starke lokale Störungen des atmosphärischen Potentialgefälles. Zusammenhang zwischen Magnetostriktion und Widerstandsänderung im Magnetfelde.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 636.

Verlag von Julius Springer in Berlin

## Experimental-Untersuchungen über Elektrizität

Von

**Michael Faraday**

Deutsche Übersetzung von

**Dr. S. Kalischer**

Privatdozent an der Technischen Hochschule zu Berlin

**In drei Bänden**

**Erster Band:**

Mit in den Text gedruckten Abbildungen, 8 Tafeln und dem Bildnis Faradays

Preis M. 12.—; in Leinwand gebunden M. 13.20

**Zweiter Band:**

Mit in den Text gedruckten Abbildungen und 6 Tafeln

Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 9.20

**Dritter Band:**

Mit in den Text gedruckten Abbildungen und 5 Tafeln

Preis M. 16.—; in Leinwand gebunden M. 17.20

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**



## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

## Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

# Kryptogamenflora für Anfänger

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse für Studierende u. Liebhaber

Herausgegeben von

**Prof. Dr. Gustav Lindau**

Privatdozent der Botanik an der Universität zu Berlin, Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem

Erster Band: **Die höheren Pilze (Basidiomyceten)**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 607 Figuren im Text — Preis M. 6,60; in Leinwand gebunden M. 7,40

Zweiter Band: **Die mikroskopischen Pilze**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 558 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Dritter Band: **Die Flechten**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 306 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Vierter Band, Teil I u. II: **Die Algen**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Erste Abteilung: Mit 489 Fig. — Preis M. 7,—; in Leinw. geb. M. 7,80

Zweite Abteilung: Mit 437 Fig. — Preis M. 6,60; in Leinw. geb. M. 7,40

Fünfter Band: **Die Laubmoose**

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 265 Figuren im Text — Preis M. 7,—; in Leinwand gebunden M. 7,80

Sechster Band: **Die Torf- und Lebermoose**

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 296 Figuren im Text

**Die Farnpflanzen (Pteridophyta)**

Von Guido Brause, Oberstleutnant a. D.

Mit 73 Figuren im Text — Preis M. 8,40; in Leinwand gebunden M. 9,20

Der Teil III. von Band IV, mit dem das Werk abgeschlossen sein wird, befindet sich in Vorbereitung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

19. November 1915.

Heft 47.

## Faradays Gedächtnisschwäche.

Von Dr. Ernst Jentsch, Obernigk.

Das wichtigste Element der intellektuellen Tätigkeit ist die Erinnerung. Je reichhaltiger, verfügbarer, treuer der Schatz der Erinnerungsbilder ist, um so ausgiebiger und zweckdienlicher vermag — *ceteris paribus* — auch die Geistestätigkeit vor sich zu gehen. Ganz besonders wird dies im allgemeinen von jener Art geistiger Tätigkeit gelten müssen, welche wir als die wissenschaftliche bezeichnen. Es ist nun wohl von einigem Interesse, daß von dieser, wie es scheint, unumgänglichen psychologischen Notwendigkeit Ausnahmen vorkommen. Es ist hier nicht gemeint die öfter zu beobachtende geringe Erinnerungsfähigkeit mancher Hochbegabter für die Dinge, die nichts mit ihrem Ideenkreis zu tun haben, ein Verhalten, welches sich in der Hauptsache aus ihrem häufig zutage liegenden Mangel an Interesse und Aufmerksamkeit für jene erklärt. Freilich ist hierzu wieder zu sagen, daß auch diese „einseitige“ intellektuelle Spannung gelegentlich etwas auffällig werden kann. So hat nach *J. F. Nisbet* z. B. *Charles Darwin* an sich selbst beobachtet, daß sein Gedächtnis im ganzen nur wenig verläßlich wäre, daß er z. B. einzelne Daten, Verse u. dergl. nicht lange behalten könnte, und er hat sogar dazu bemerkt, daß sein Vater Robert, der medizinischer Praktiker war, aber wissenschaftlich gar nicht hervorgetreten ist, ein viel besseres Gedächtnis speziell für Daten hatte, als er selbst. Immerhin dürfte es aber ausgeschlossen erscheinen, daß ein derartiger Mangel in erheblichem Grade sich in das geistige Gebiet hineinerstreckt, auf welchem sich die eigentliche Tätigkeit des Entdeckers oder Erfinders abspielt. Daß jedoch auch dies möglich ist, zeigt uns die Lebensgeschichte *Michael Faradays*.

Wir besitzen über *Faraday* eine eingehende Biographie, welche *Bence Jones*, der zu *Faradays* Zeit Sekretär der „Royal Institution“ und ein persönlicher Verehrer des Entdeckers war, abgefaßt hat („*The Life and Letters of Faraday*“, London, 1870, 2 Bände). *Bence Jones* war zugleich Arzt und hat *Faraday* in seinen letzten Lebensjahren als solcher behandelt. Aus diesem Grunde wird das gedachte Werk für uns im Hinblick speziell auf die ärztliche Betrachtung gleichzeitig besonders maßgebend genannt werden müssen.

Der Biograph hat nun im besonderen der merkwürdigen Gedächtnisschwäche *Faradays*, die uns hier beschäftigen soll, eine große Bedeutung für sein gesamtes Leben zugesprochen, und demgemäß hat er diesem Umstande namentlich durch Ver-

öffentlichung einer großen Anzahl von Briefen *Faradays*, in welchen davon die Rede ist, Rechnung getragen.

Aus der Schrift von *Bence Jones* schöpfend hat *W. Ostwald* in seinem Buche „Große Männer“ (Leipzig, 1909) eine Übersicht über das Leben *Faradays* gegeben. Auch dieser Autor hat die eigentümliche Gedächtnisschwäche des Entdeckers erwähnenswert gefunden.

Es ist wohl naheliegend und für den medizinisch Denkenden ist es selbstverständlich, daß das eingehendere Verständnis dieser psychologischen Besonderheit einmal nur im Zusammenhange mit dem Lebensgange des Forschers möglich ist, auf der anderen Seite aber die Erweiterung des gesamten Einblicks dahin erheischt, ob und wie weit überhaupt pathologische, besonders psychopathologische Einschläge bei der gesamten Persönlichkeit vorgelegen haben.

*Faraday* ist am 22. September 1791 in London geboren. Er war das dritte Kind eines Grobschmieds, der nicht lange vorher mit seiner Frau, einer Bauerstochter, aus Yorkshire zugewandert war. Beide Eltern gehörten der kleinen, damals eben erst gestifteten Sekte der „Sandemanianer“ an, einer Abzweigung der „Glasiten“, einer ausschließlich auf der christlichen Doktrin fußenden Glaubensgemeinschaft ohne Priester.

Seinem Nachfolger im Amt, *Tyndall*, gegenüber, der selbst aus Irland gebürtig war, sprach *Faraday* mehrmals die Überzeugung aus, daß er celtisches Blut in den Adern habe; *Tyndall* fügt hinzu, er konnte nicht sagen, wann die Mischung stattgefunden habe und wie stark sie wäre, die Familientradition habe jedoch nach Irland gewiesen. (*John Tyndall*, *Faraday as a Discoverer*, deutsch von *H. Helmholtz*, Braunschweig, 1870.)

Nach *Faradays* eigenem Zeugnis war seine Erziehung in geistiger Hinsicht sehr dürftig. Er lernte in der Volksschule nur zur Not lesen, schreiben und rechnen. Mit 13 Jahren mußte er als Zeitungsausträger sein Brot verdienen helfen. 1805 wurde er bei einem Buchbinder als Lehrling untergebracht. Lebhaftes intellektuelle Jugendeindrücke führten ihn dann auf den seiner Anlage entsprechenden Weg der Fortentwicklung. Er las zuerst ein populäres Büchlein über Chemie durch, ferner *Watts* „On the mind“ und den Artikel „Elektrizität“ in der *Encyclopaedia britannica*, alles Bücher, welche ihm zum Einbinden in die Hände gegeben waren. Mit Unterstützung seines älteren Bruders besuchte er alsdann 1811 populäre Vorlesungen über Chemie, bei welcher Gelegenheit er einen Studenten der Medizin kennen lernte, dem er seine Bücher über Chemie unent-

geltlich einband, wofür er sie mitstudierte. Auch nahm er Unterricht im perspektivischen Zeichnen. Als er nun 1812 durch Vermittlung eines Kunden seines Meisters Zutritt zu den Vorlesungen *Humphry Davys* an der „Royal Institution“ erhielt, arbeitete er einige solche aus, illustrierte sie und sandte diese Arbeit an *Davy* mit der Bitte um Beschäftigung im Laboratorium. *Davy* riet ihm zwar, Buchbinder zu bleiben, zog ihn aber zeitweise als Gehilfen bei seinen Arbeiten zu. Als er im nächsten Jahre seinen Assistenten entlassen mußte, stellte er dann *Faraday* an. *Davy* verließ Ende 1813 London und bereiste, teils zur Erholung, teils zu wissenschaftlichen Zwecken, Deutschland, Frankreich, Italien und die Schweiz. Auf dieser Reise begleitete ihn seine Frau, und unter der Dienerschaft nahm er auch *Faraday* mit. Für *Faraday* war diese Reise gewissermaßen der Ersatz für die geringe allgemeine Geistesbildung, die ihm in der ersten Jugend zuteil geworden war. Auch begann er neben den Studien im Dienste seines Lehrmeisters eigene Beobachtungen anzustellen, so über Wasserhosen an der Riviera und über die Glühwürmer. In Genf lud ihn Professor *De la Rive* der Ältere zugleich mit *Davy* zu Gaste, doch lehnte letzterer die gemeinsame Einladung als ungebührlich ab. *Faraday* hatte nämlich, da *Davy* in Paris seinen Diener hatte zurücksenden müssen und geeigneter Ersatz unterwegs nur teilweise zu erhalten gewesen war, diese Dienerstelle vielfach gleichzeitig mitversehen müssen. Übrigens war er dabei nur wenig von *Davy*, um so mehr aber von der sehr launischen und schonungslosen Lady *Davy* in Anspruch genommen worden, dergestalt, daß er, wie aus seinen Briefen zu entnehmen ist, mehr als einmal auf dem Punkte stand, allein nach England zurückzukehren und sein Buchbinderhandwerk wieder aufzunehmen. Im übrigen war er aber immer ergeben und bescheiden geblieben. Nach *Davys* Rückkehr nach England nahm *Faraday* seine Arbeit unter seiner Leitung wieder auf. Bereits 1816 hielt er eigene öffentliche wissenschaftliche Vorlesungen.

1821 wurde er Laboratoriumsinspektor *Davys*, und bald darauf heiratete er Miß Sarah Barnard, die Tochter eines der „Ältesten“ seiner kleinen Glaubensgemeinschaft. 1825 wurde er zum Direktor des Laboratoriums ernannt. Trotzdem *Davy* ihm beständig gewogen blieb und seine Fähigkeiten immer hoch einschätzte, widersetzte er sich aus gelehrter Eifersucht, freilich vergebens, 1824 der Aufnahme seines Schülers und Mitarbeiters als Mitglied der „Royal Society“, deren Präsident er damals selbst war. Nach *Davys* Rücktritt fiel *Faraday* dann schließlich die Würde des „Honorary Professor of Chemistry“ der „Royal Institution“ zu.

*Faraday* führte schon von Anfang des fünften Lebensjahrzehnts teils aus gesundheitlichen Rücksichten, teils wohl aber auch aus Neigung, ein sehr zurückgezogenes Leben, so daß nur wenige Daten darüber von Belang geworden sind. Nach

seiner ersten Reise mit *Davy* besuchte er noch verschiedene Male den Kontinent, so 1841 auf einer dreimonatlichen Erholungsreise die Schweiz, 1845 Frankreich. Er erhielt im Laufe der Jahre nicht weniger als fünfundneunzig Ehrenprädikate und Ernennungen zum Mitgliede gelehrter Gesellschaften; er lehnte aber die ihm in späteren Jahren angebotene Präsidentschaft sowohl der „Royal Institution“ als der „Royal Society“ ab. 1860 bezog er die ihm von der Königin Victoria als Ehrengabe gestiftete Villa in Hampton Court. Am 1. März 1865 suchte er seine Dienstenhebung nach. Er starb am 22. April 1867.

*Faraday* war gut gewachsen, scheint jedoch einen etwas schwächlichen Brustkasten gehabt zu haben. Das der Biographie *Bence Jones'* beigegebene Bild zeigt ihn etwa im Alter von sechzig Jahren, von freundlichem Gesichtsausdruck, vollem weißem, gescheiteltem, über den Ohrmuscheln dicht wallendem Haupthaar, Kotelettbart, gerader, an den Flügeln etwas kräftiger Nase, hoher, breiter Stirn mit starken Supraorbitalrändern. Ein aus einer etwas früheren Zeit stammendes Bild hat *Möbius* in seiner Schrift „Über die Anlage zur Mathematik“ wiedergegeben. Die Supraorbitalbögen treten auf letzterem besonders deutlich hervor, und am äußeren oberen Orbitalrand zeichnet sich darauf auch die von *Möbius* als „mathematisches Organ“ angesprochene, stark entwickelte linke „Stirnecke“ ab.

Nach dem Zeugnis von *Faradays* Schwager, *Georg Barnard*, der Maler war und mit dem *Faraday* zuweilen größere Ausflüge unternahm, ist *Faraday* ein guter Schwimmer gewesen. Ferner muß er ein tüchtiger Fußgänger gewesen sein. Aus seinen Aufzeichnungen über seine Reise in die Schweiz (1841) ist zu ersehen, daß er an einem Julitage von morgens 6 Uhr bis abends  $\frac{3}{4}$  nach 6 Uhr mit nur zweistündiger Pause den Weg von Leuk nach Thun über Frutigen, ungefähr 70 km, zurückgelegt hat, und auch seine Frau schrieb damals an *Magrath*, daß er dort öfter an einem Tag 30 Miles zu Fuß gegangen sei.

Über *Faradays* Wesen und Lebensgewohnheiten besitzen wir eingehendere Nachrichten von seiner Nichte, *Magdalene Reid*, welche als Kind in den Jahren 1830 bis 1840 in seinem Hause aufwuchs. Sie erzählt, er sei immer sanfter und freundlicher Art gewesen und habe nur sehr schlichte Vergnügungen gekannt. Er habe gern kindliche Spiele geübt (z. B. Ballspielen), auch habe er sich gern mit starke Kombination erfordernden Geduldspielen befaßt und in solchen große Übung und Überlegenheit erlangt. Drei- bis viermal im Jahre sei er mit seiner Frau ins Theater gegangen, ferner habe er besonders gern den Zoologischen Garten besucht, auch selten eine Schaustellung von Kunstreitern, Akrobaten, Riesen, Zwergen und dergl. versäumt. Die von ihm bevorzugten Dichter waren *Shakespeare* und *Byron*, und er geriet beim Vorlesen ihrer Werke oft in große Gemütsbewegung. Besonders liebte er die Natur-

schilderungen. Nach *Barnard* pflegte er in jüngeren Jahren öfter Verkehr mit namhaften Künstlern, besonders Malern und Musikern. Er selbst hatte auch etwas Flötenspielen erlernt, spielte aber seit seiner Verheiratung nicht mehr.

Auch sei erwähnt, daß *Faraday* zwischen 1820 und 1830 eines jener alten Velozipede fuhr, welche durch rasches abwechselndes Treten auf dem Boden fortbewegt wurden und die Urform der modernen Gestalt dieses Vehikels darstellten.

*Faradays* Vater war im Alter von 49 Jahren gestorben, nachdem er schon viele Jahre gekränkelt hatte. Die Art seiner Beschwerden ist nicht bekannt. Seine Mutter erreichte ein Alter von 74 Jahren. Sie wird als häuslich, sorglich, aber nicht begabt geschildert. Sie war so übermäßig stolz auf ihren Sohn, daß *Faraday* verbot, ihr von seinen neuen Erfolgen, deren Wesen ihr übrigens vollständig unverständlich war, zu erzählen, da dies einen ungünstigen Einfluß auf sie ausübe. Es ist deshalb leicht möglich, daß sie zu dieser Zeit geistesschwach gewesen ist.

Ernstere körperliche Krankheiten hat *Faraday* nicht durchgemacht. In der Jugend scheint er schwächlich und von heiklem Wohlbefinden gewesen zu sein. In einigen seiner Briefe aus Italien an seine Mutter schreibt er mit einigem Nachdruck, daß es ihm gesundheitlich sehr gut gehe. 1817 schreibt er ihr, daß er in vieler Beziehung gesundheitlich gewonnen habe und viel kräftiger geworden sei. 1841 zog er sich in der Schweiz eine starke Erkältung der oberen Luftwege zu, auch 1862 hatte er eine Kehlkopf-erkrankung. Sonst ist kaum etwas von körperlichen Krankheiten bei ihm bekannt geworden. Ab und zu nahm er im Laboratorium durch Explosionen und dergleichen Schaden, jedoch niemals ernstlich, trotzdem es manchmal anfangs schlimm aussah.

*Faraday* erzählt, daß er als Kind einem seltsamen Frage- oder Grübelzwang unterworfen war. Er teilt hierzu ein Beispiel mit, nämlich die zweifelvolle Unsicherheit, die er einstmals empfunden habe darüber, zu welchem von zwei Häusern ein gewisses Gittertor gehöre, wobei er durch das plötzlich automatische Öffnen des Tores verletzt wurde.

Als Adoleszent war *Faraday* wohl ein bißchen „überspannt“. So schreibt er an *Benjamin Abbott* über die Freundschaft (11. März 1812), nachdem er eine längere Auseinandersetzung über das Thema gegeben hat: „Bei dieser Lage der Dinge und in Erkenntnis meiner eigenen Unzulänglichkeit in diesem Punkte muß ich dieses Gefühl bewundern, aber ich fürchte, ich kann mich nicht ganz dazu erheben.“

Bezüglich seines psychosexuellen Fühlens war der junge *Faraday*, wie aus einigen Poesien und Bemerkungen in Notizbüchern und Briefen deutlich genug hervorgeht, misogyn (s. hierzu den Aufsatz des Verfassers „*Faradays Misogynie*“, *Zeitschrift für Sexualwissenschaft*, 1915, Nr. 6).

*Faraday* heiratete jedoch 1821 die Schwester seines Freundes, eines Gemeindegliedes, George *Barnard*, welche von dieser besonderen Sinnesart *Faradays* durch ihren Bruder erfahren hatte, nach einer längeren, durch die Eigenart dieses Verhaltens zunächst etwas erschwerten Werbung. Diese Gattenwahl, die kinderlos blieb, zeigte sich in der Folge als ein sehr glücklicher Umstand für *Faraday*, insofern die sehr verständige Frau sich nicht nur als eine treffliche Gefährtin, sondern auch als eine verständnisvolle Pflegerin für den später schwer nervenleidenden Mann erwies, wie er wiederholt in seinen an sie gerichteten Briefen und in Eintragungen in seine Tagebücher voll Dank hervorgehoben hat.

Schon in seiner ausgedehnten Korrespondenz mit *Abbott* um die Wende des zweiten Lebensjahrzehnts findet sich die wiederholte Äußerung, es sei sein Wunsch, auf dem Gebiete der Philosophie und im Dienste der Wissenschaft fortzuschreiten. Als er dann einst gegenüber *Davy* eine Bemerkung fallen ließ betreffend der Steigerung des moralischen Gefühls, welches er bei den Philosophen und Naturforschern voraussetzte, lächelte dieser darüber und sagte, er würde wohl nach ein paar Jahren die Erfahrung gemacht haben, daß dies nicht stimme. Im November 1814 schreibt er an *Abbott* über die Ernüchterung, welche die Weltkenntnis hervorbringe. Die Weltkenntnis öffne die Augen für die Hinterlist und Verderbtheit der Menschen. Doch hat er sich damals auch viele Vorstellungen gebildet, die trefflich geeignet waren, ihn zu spornen und in der Welt voranzubringen.

Zeit lebens behielt er auch in mancher Beziehung einen gewissen jugendlichen Überschwang zurück. Er wurde z. B. häufig gerührt, wenn er einen kleinen Buben erblickte, der Zeitungen austrug, wie er es selbst als Kind getan hatte. Auch freute er sich immer, wenn er einer Grobschmiedswerkstatt ansichtig wurde, eingedenk dessen, daß sein Vater ein Grobschmied gewesen war. Ein Besuch in der Taubstummenanstalt in Zürich, woselbst er die Ergebnisse der Sprech- und Ablesemethode kennen lernte, erfüllte ihn mit sehr großer Bewunderung und freudigem Mitgefühl. *Magdalene Reid* erzählt auch, wie herzlich er sich über geringe Kleinigkeiten, so den Anblick kleiner Lämmer oder Vögel freuen konnte, und daß die Possierlichkeit eines Affen im Zoologischen Garten ihm nicht selten Tränen der Heiterkeit entlockte. Nach *Tyndall* konnte ihn ein gelungenes Experiment beinahe bis zu Freudensprüngen bewegen.

Alle seine zahlreichen Diplome und Ehrenernennungen pflegte er selbst nach den Regeln der Buchbinderkunst einzubinden.

*M. Reid* hat auch berichtet, daß *Faraday* einen sehr feinen Geruchssinn besaß. Er liebte auch sehr die angenehmen Geruchsreize, wie den Duft mancher Blumen und das Kölnische Wasser. Dagegen war ihm der Moschusgeruch zuwider,

ebenso der Tabaksgeruch. Auch wurde er immer sehr ärgerlich, wenn man eine Kerze oder Lampe schwelen ließ.

Durch *Faradays* Nichte wissen wir ferner, daß er oft ganz außerordentlich matt und abgespannt gewesen ist. Wenn er in den Zustand solcher Erschöpfung verfallen sei, habe ihn dann seine Frau nach Brighton begleitet, von wo er gewöhnlich nach Ablauf weniger Tage frisch und gestärkt zurückgekehrt sei. „Aber häufig“, sagt *Tyndall*, „war er tagelang nach seiner Übersiedelung auf das Land nicht im Stande, mehr zu tun, als am offenen Fenster sitzend das Meer und den Himmel anzusehen.“ Ferner erfahren wir durch die erstere Quelle, daß *Faraday* immer sehr viel Schlaf brauchte, wenigstens 8 Stunden. Weiter findet sich die Angabe, daß er bei seinen Vorlesungen seinen Assistenten oder Diener beauftragt hatte, eine kleine Tafel mit der Aufschrift „Langsam“ bereitzuhalten, welche bei Erfordernis vor ihn hingelegt werden mußte. Das unwillkürliche Rascherwerden des Ausübenden beim Reden, Musizieren, Gehen, Turnen usw. ist ein häufiges Zeichen der „reizbaren Schwäche“. Diese Eigentümlichkeit und die große und leicht eintretende Erschöpfung *Faradays* in Verbindung mit der raschen Erholungsfähigkeit deuten auf eine neurasthenische Anlage des Entdeckers. Die Überempfindlichkeit des Geruchs spricht nicht dagegen, kann allerdings auch Teilerscheinung anderer nervöser Anlagen sein. Das von *M. Reid* über *Faradays* Geruchsempfindlichkeit Mitgeteilte ist nun nicht einmal sicher abnorm, es kann dies aber der Fall sein, und bei *Faraday* ist auch ein weiterer Hinweis darauf gegeben. Die Biographie erzählt nämlich, daß er bei einer Vorlesung einmal unvermutet einen sehr heftigen elektrischen Schlag aus einer Batterie Leydener Flaschen erhielt und hierbei plötzlich in ein sehr starkes Lachen ausbrach. Das Auditorium, welches dieses Lachen für einen geistesgegenwärtigen Spaß hielt, antwortete mit großer Heiterkeit. Es hatte sich aber hier um keinen Scherz, sondern um ein hysterisches Krampflichen gehandelt, und der Vortragende hatte große Mühe, sich in seiner nervösen Erregung wieder so weit zu sammeln, daß er die Vorlesung fortsetzen konnte.

Von sonstigen nervösen Erscheinungen findet sich erstmalig 1813 in einem Briefe an *Abbott* heftiges Kopfweh erwähnt; 1835 spricht er in einem Briefe an *Magrath* von „Ermüdung und Rheumatismus“, in einem Briefe an seine Frau aus Birmingham vom November 1849 von leichten Gesichtsschmerzen. Kopfweh und daneben Schwindel erwähnt er in seinem Briefe an *Schönbein* vom 6. April 1855 aus Hastings als Haupthemmnis dafür, daß er die deutsche Sprache nicht mehr erlernt habe.

Etwa in der Mitte seines fünften Lebensjahrzehnts begannen sich nunmehr zwei seiner nervösen Hauptbeschwerden geltend zu machen,

welche seine besonderen Klagen darstellten und die ihn bis zum Ende seines Lebens nicht mehr verlassen haben: Gedächtnisschwäche und Schwindel. Diese krankhaften Erscheinungen zeigten sich bald so intensiv, daß sie ihn in den folgenden Jahren nötigten, allmählich seine ganze Tätigkeit einzustellen. Schon 1835 schlug er alle Einladungen zu Festen und zu geselligen Zwecken aus und lud auch keine Gäste mehr in sein Haus. Von Anfang 1841 an feierte er gänzlich. Doch nahm er 1840 die Wahl als einer der Ältesten seiner Gemeinde an.

Die Erholungspause, die *Faraday* sich damals gönnen mußte, währte über ein Jahr. Während dieser Zeit unternahm er im Sommer 1841 eine dreimonatliche Reise nach der Schweiz mit seiner Frau und seinen Schwägersleuten. Nach Ablauf des Jahres nahm er seine Lehrtätigkeit allmählich wieder auf, doch ruhte seine experimentelle Forschung während etwa 4 Jahren fast ganz (mit Ausnahme der Versuche über die Elektrizität des strömenden Dampfes).

Der ärztliche Biograph setzt hier hinzu, daß in keinem seiner Briefe sich ein Zeichen von Geistesstörung vorfindet. Die Ursache seines Leidens sei Überarbeitung und die Kur lediglich eine Ruhekur gewesen. Im August 1841 schrieb *Faraday* an *Magrath* aus der Schweiz, die Erholung tue ihm sehr wohl; je mehr er sich schone, um so besser sei sein Befinden. Er wünsche jetzt keine Berufstätigkeit und könne jetzt nicht wieder in seine Stellung zurückkehren, da diese nur von jemandem ausgefüllt werden könne, der die Kraft und den Willen zur Tätigkeit besitze. Es scheint also, als wenn der Gedanke an dauernden Verzicht auf sein Amt damals in ihm vorhanden gewesen wäre. Immerhin muß er zu dieser Zeit noch Hoffnung auf völliges Schwinden der fraglichen Beschwerden gehabt haben, denn er erwähnt die Sache erst 1842 als etwas Unabänderliches, nachdem er bereits seine Tätigkeit wieder aufgenommen hatte. Am 26. Dezember schreibt er an *T. M. Brown*, welcher ihn in einer wissenschaftlichen Frage hatte persönlich sprechen wollen, aber keinen Zutritt zu ihm erhalten hatte: „Was mich für Sie nicht zugänglich machte, schließt mich auch gegen alle meine Bekannten ab, es ist dies eine Krankheit, die meinen Kopf betrifft, und ich mußte und muß deshalb fast alle meine Untersuchungen aufgeben und mir das Vergnügen der Geselligkeit versagen, sowohl in dem Hause meiner Freunde als in meinem eigenen; nur dies verhinderte mich, Ihrem Anliegen näherzutreten. Ich würde, wenn ich anders täte, vollständig gegen den Rat meiner ärztlichen und sonstigen Freunde handeln.“

An *C. Matteucci* schreibt er am 18. Februar 1843: „Meine Gesundheit und meine Stimmung ist gut, aber mein Gedächtnis ist fort, und dies läßt den Menschen, ebenso wie bei der Taubheit, sich in sich selbst verschließen.“ Auch gibt er an der gleichen Stelle an, daß er neben seiner Ab-



neigung gegen die damaligen Statuten der „Royal Society“ eben in Ansehung seiner mangelhaften Gesundheit seit Jahren nicht mehr die Sitzungen der Gesellschaft besucht habe.

Besonders ausführlich äußert er sich in dieser frühen Zeit (1844) über sein Leiden in einem auch von *Ostwald* zitierten Briefe, welcher an eine Dame der aristokratischen Gesellschaft gerichtet ist, die ihn bat, ihre wissenschaftliche Ausbildung durch seine persönliche Unterweisung fördern zu wollen und sie als seine Schülerin anzunehmen. Er teilt ihr darin mit, daß er, seitdem er von Durham zurückgekehrt sei, in ärztlicher Behandlung sich befinde, daß er sich zwar rasch erholt habe, daß es ihm aber Mühe verursache, den Brief zu schreiben. Nach längeren Ausführungen fährt er fort, er sei seit langen Jahren tätig und fühle täglich mehr das Nachlassen seiner Kräfte, und er sei gezwungen, seine Versuche und Studien immer mehr einzuschränken. Viele schöne Gedanken ständen immer noch vor seinem geistigen Auge, aber wenn er sehe, wie langsam dasjenige fortschreite, was im Gange sei, und zwar infolge der geringen ihm zu Gebote stehenden Zeit und seiner eigenen Unzulänglichkeit, so verliere er allen Mut. Besonders verlasse ihn sein Gedächtnis, und deshalb sei er auch in der Ausführung aller Tätigkeit beschränkt, welche ihm früher leicht von der Hand gegangen sei. Darum habe er auch die persönliche Verbindung mit den zeitgenössischen Fachgelehrten verloren, habe mancherlei Untersuchungen abbrechen müssen, die zu Entdeckungen hätten werden können, und deswegen vermöge er nicht einmal mit der Bittstellerin selbst seine eigenen Experimente zu wiederholen. „Sie wissen es nicht und brauchen es nicht zu wissen, aber ich brauche es nicht zu verbergen, wie oft ich zu meinem ärztlichen Freunde mich begeben und ihm über Schwindel und Kopfschmerz klagen muß, und wie oft er mir Enthaltung von den endlosen Gedanken und geistigen Anstrengungen auferlegen und Erholung an der See empfehlen muß.“

Diese Beschwerden brachten es auch mit sich, daß sich *Faraday* auch vielen Anforderungen, die man in Anbetracht seiner wissenschaftlichen Stellung an ihn zu richten gewohnt war, entziehen mußte. „Seit Jahren ist meine Gesundheit immer mehr beeinträchtigt worden,“ schrieb er am 29. September 1847 an Lord *Auckland*, ersten Lord der Admiralität, „und das betroffene Organ ist mein Kopf. Die Folge ist Gedächtnisverlust, Unklarheit (confusion) und Schwindel. Das einzige Mittel ist Abbrechen der geistigen Tätigkeit und Ruhe des Gehirns (headrest). Ich habe deshalb seit den letzten zehn Jahren alle sonstige berufliche Tätigkeit aufgegeben und freiwillig auf ein großes Einkommen verzichtet, um einigermaßen meinen eigenen Untersuchungen obliegen zu können. Aber trotzdem habe ich mich immer als guter Untertan bereit gehalten, der Regierung zu dienen, wann ich vermochte, nicht für Geld“ usw.

An einzelnen Stellen finden sich Bemerkungen, die Hinweise darauf enthalten, inwiefern insbesondere das Gedächtnis bei *Faraday* zu versagen pflegte. 1841 schrieb *Faradays* Frau an *Magrath*, er sei froh darüber, daß er in der Schweiz keine Personennamen zu behalten brauche. Ferner muß das Tatsachengedächtnis gelitten haben, denn er schreibt am 29. Mai 1847 an *Matteucci* in bezug auf die elektrische Induktion: „Meine Gedanken über die Sache sind jetzt sehr nebelhaft (obscure), denn ich kann mich nicht an die Tatsachen erinnern,“ und an *De la Rive* den Jüngeren heißt es am 20. Februar 1845 zum Thema des Ozons: „Es ist merkwürdig und ich bin sehr überrascht, wenn ich sehe, wie viele Ergebnisse und Überlegungen zu bestehen scheinen, die sämtlich in derselben Richtung weisen und von denen dennoch keines einen vollkommen unleugbaren Beweis darstellt. Ich bin hinsichtlich zahlreicher solcher Überlegungen im unklaren, mein schlechtes Gedächtnis kann sie nicht behalten.“

In einem Briefe an Reverend *Barlow*, der allerdings schon aus einer späteren Zeit stammt (19. August 1857), berichtet *Faraday*: „Eine Folgeerscheinung meines schlechten Gedächtnisses spielt bei mir merkwürdig herein. Ich vergesse, wie die Worte geschrieben werden. Ich muß sagen, wenn ich diesen Brief mehrmals lesen sollte, so würde ich vier oder fünf Worte finden, hinsichtlich deren ich zweifelnd wäre, z. B. „withhold“, „wearies“, „successful“ usw., aber ich kann deswegen nicht aufhören oder in einem Diktionär nachsehen, denn dann wäre es besser, überhaupt nicht zu schreiben, sondern ich sende dies in aller seiner Unvollkommenheit, da ich weiß, daß Sie es freundlich aufnehmen werden.“

Seine eigene Fortbildung litt unter dieser Beeinträchtigung des Erinnerungsvermögens. „Meine Gesundheit und Inanspruchnahme hindern mich oft, mich über den neuesten Stand der Wissenschaft zu unterrichten,“ schrieb er am 30. Dezember 1850 an *Becquerel*. Und an *De la Rive* schreibt er in bezug auf einige von dessen Arbeiten, die dieser ihm kurz vorher gesandt hatte (29. Mai 1854): „Wenn ich manche der Zusammenstellungen das zweite Mal lese, so bin ich überrascht, sie an dieser Stelle zu finden, und dann bemerke ich erst langsam, daß ich sie schon einmal gelesen habe.“

Auch seine eigenen Aufzeichnungen wurden ihm fremd, und zwar auch diejenigen der jüngsten Zeit. An *De la Rive* lautet es am 16. Oktober 1852: „Wenn ich einen brauchbaren Gedanken habe, so lege ich ihn zunächst schriftlich nieder, ohne davon zu reden, und alsdann ist es erstaunlich, wie schnell ich ihn wieder vergesse. So muß ich denn meine letzten eigenen Notizen immer wieder durchlesen, und ich muß besonders auch fürchten, daß ich den anderen nicht gerecht werde.“ Und Reverend *Barlow* teilt er am 19. August 1857 mit: „Mein Gedächtnis macht mir bei der Arbeit große Beschwerde, ich kann

meine Schlußfolgerungen von einem Tage zum anderen nicht behalten. Wenn ich beginne, muß alles wieder vielfach überdacht werden. Es niederzuschreiben, gewährt keine Hilfe, denn was niedergeschrieben ist, wird ebenfalls vergessen.“

Am auffälligsten ist aber, daß er auch selbst ausgedehnte eigene Arbeiten völlig vergessen konnte und solche deshalb von neuem vornahm, ohne eine Ahnung, daß es sich um einen ihm vertrauten Gegenstand mit bekanntem Resultat handelte. So erzählt er am 5. November 1849 in einem Briefe an *Matteucci*: „Ich habe letzthin volle sechs Wochen an der Ermittlung von Ergebnissen gearbeitet und habe diese tatsächlich erhalten, doch sind alle negativ ausgefallen. Das Schlimmste ist aber, daß ich, als ich meine Aufzeichnungen durchsah, entdeckte, daß ich dieselben Resultate schon vor acht oder neun Monaten experimentell festgestellt habe und daß ich das vollständig vergessen hatte. Dies ärgert mich einigermaßen, nicht die verlorene Arbeit, aber diese Vergeßlichkeit, denn faktisch ist die Arbeit ohne Erinnerungsvermögen nutzlos.“

Von Interesse ist hier auch *Faradays* Korrespondenz mit *Schönbein* in betreff der Experimente über die Ozonisierung. Am 19. November 1850 wünscht er von diesem eine Liste über die einschlägigen Journalarbeiten und -notizen. „Bei meinem schlechten Gedächtnis wäre es ein schrecklicher und fast unmöglicher Versuch, von Anfang an alles darüber aufzusuchen und nachzulesen.“ Am 19. April 1851 dankt er für diese Zusammenstellung: „Ich hoffe, ich werde Ihnen Ehre machen und nichts von allem dem außer acht lassen, was Sie mir über das schöne Thema in so reichlicher Weise zugänglich gemacht haben. Doch fühle ich, daß mein Gedächtnis die Dinge jetzt nicht mehr so fest zusammenhält als früher. Ehemals brauchte ich mir keine Sorge zu machen in bezug auf die Kompliziertheit des Gegenstandes. Alles kam zur Geltung, und ich wählte nach Belieben, was ich brauchte. Jetzt kann ich nur noch wenig zugleich übersehen, und oft geschieht es, daß eine unbedeutende Schlußfolgerung, die mich im Augenblicke gerade beschäftigt, das Hervortreten eines naheliegenden guten und wertvollen Gedankens verhindert. Wir müssen aber tun, was wir können, und Sie können sicher sein, daß ich Sie so gut vertreten werde, als wenn ich für mich selbst tätig wäre.“ Unter dem 15. Mai 1854 findet sich inmitten einer größeren wissenschaftlichen Auseinandersetzung an *Schönbein* weiter folgende für uns interessante Stelle: „Ich glaube, einige meiner Briefe müssen verloren gegangen sein. Sie kanzeln mich so sehr ab. Da ich mich an das, was ich geschrieben habe oder gesagt habe, nicht erinnern kann, so muß ich den Verlauf meiner ganzen Korrespondenz in ein besonderes Register eintragen und nach diesem Buche verhält sich die Sache folgendermaßen...“

Am 13. November 1858 schreibt er weiter an *Schönbein*: „Ich habe niemals den Verlust meines

Gedächtnisses und meiner Klarheit stärker empfunden, und obgleich ich in meinen Jahren fürchte, eines Tages nicht mehr am Vorlesungstische zu erscheinen, so möchte ich dennoch nicht gern etwas in Zusammenhang mit dem Ozon oder sonst etwas in Verbindung mit Ihnen verderben.“ Mit Teilnahme erfüllt seine Klage vom 27. März 1860: „Wenn ich an Sie schreiben will, so scheint es mir, als wenn mir nur barer Unsinn einfallen wollte, und es ist doch kein Unsinn, alter freundschaftlicher Bande zu gedenken. Wenn ich über etwas Wissenschaftliches schreiben will, so tritt das Thema wirr vor mich hin, ich entsinne mich nicht mehr der Ordnung der Hergänge oder auch nur der Tatsachen selbst. Ich erinnere mich auch nicht an das, was Sie mir letzthin mitteilten, trotzdem ich glaube, daß ich es an das „*Phil. Mag.*“ sandte und es gedruckt zurückerhielt. Und wenn ich die Rückerinnerung erzwingen will, so wird es mir zu viel, der Kopf wird schwindlig und meine Vorstellungen nur noch mehr verwirrt. Ich weiß, Sie wollen nicht, daß ich mich nutzlos quäle, aber ich will nicht gern den Anschein der Vergeßlichkeit erregen rücksichtlich dessen, was Sie mir zu sagen haben, und mein einziger Trost in solchem Augenblicke ist, mich in dem Glauben zu bescheiden, daß Sie es wissen werden, daß ich nicht mit Willen vergeßlich bin. Wir sind doch auch, obwohl mir die Wissenschaft so vieles gilt, nicht nur wissenschaftliche Freunde“ usw. Und mitleiderregend ist der letzte Brief an *Schönbein* vom November 1862 (worauf letzterer den Briefwechsel aus Schonung abbrach): „Immer und immer wieder zerreiße ich meinen Brief, denn ich schreibe Unsinn, ich kann nicht mehr sicher ein richtiges Wort, keine Zeile im Zusammenhang schreiben. Ob ich mich wieder erholen werde von dieser Verwirrung, weiß ich nicht. Ich will nicht mehr schreiben, meine liebevollen Grüße...“

In diesen letzten Jahren nahm die Gedächtnisschwäche Formen an, wie wir sie nur bei den schweren senilen Arteriosklerotikern zu sehen gewohnt sind, und darum erscheint uns das Bild nunmehr weniger befremdend. Es seien indes noch einige wichtigere Briefstellen, die hierauf Bezug haben, hierhergesetzt.

An seine Frau, Glasgow, 14. August 1863: „Ich sehne mich nach Dir ..... Mein Herz ist voll, aber mein Gedächtnis läßt rasch nach, sogar was die Freunde betrifft, die eben im Zimmer mit mir zusammen sind. Du mußt Dein altes Amt als Ruhkissen für meinen Geist und glückbringendes Weib wieder aufnehmen.“

An *Magdalene Reid*, 1. Oktober 1863: Das Herbstwetter sei so konfus, wie „ein alter Mann, der sich vornimmt, etwas auszuführen und dabei von etwas anderem abgezogen wird, und indem er mit Dir reden will, davon abgebracht wird und mit einem andern Mädchen plaudert und Dich vergißt“.

An *Holzmann*, 22. Dezember 1863: „Meine Worte beben (totter), mein Gedächtnis bebt,

meine Beine haben nunmehr auch angefangen zu beben und ich bin überhaupt jetzt ein sehr gebrechliches und hilfloses Geschöpf.“

An Miß Moore, 1864: „Ich bin immer weniger geeignet zur Unterhaltung in Gesellschaft, sogar im Kreise der Familie, mit Bruder und Schwester kann ich wegen meiner Vergeßlichkeit im Gespräch nicht Schritt halten, und so muß ich stumm und still dabeisitzen.“

An seine Nichte, 10. April 1864: „Ich bin gegenwärtig so munter als irgend jemand in meinem Alter es von Rechts wegen erwarten darf, und in mancher Beziehung bin ich wohlher als sonst. Mein Gedächtnis ist freilich fort, fast ganz fort und das Erinnerungsvermögen fast verloren, soweit Genauigkeit in Frage kommt.“

Alle diese und andere ähnliche Briefe enthalten viele schöne Gedanken und sind sonst fast durchgängig wohlgeordnet. So quälend also die Störung war, so ließ sie gleichwohl den „Kern der Persönlichkeit“ ungeschädigt. So hat denn Faraday auch erst 1865 die Enthebung von seiner Stellung als Direktor der Arbeitsstätten des Hauses nachgesucht. Er sagt in dieser Eingabe, daß er seit Jahren immer mehr geistige Einbuße erlitten habe und sich weniger fähig fühle, die Verantwortung zu tragen und Anordnungen zu treffen.

Der Verfall des nunmehr stärker havarierten Geistes machte nach dieser Zeit jedoch rasche Fortschritte. Anfang 1866 traten zeitweise Wahnideen auf. Faraday glaubte, eine neue, große chemische Entdeckung gemacht zu haben und übergab dem Arzt in bedeutungsvoller Weise die entsprechenden Aufzeichnungen, ebenso verfaßte er Anmerkungen zu Shakespeareschem Texte, für deren Veröffentlichung der Arzt ebenfalls Sorge tragen sollte. Körperlich war er sehr schwach geworden, und er konnte sich nur noch sehr wenig bewegen. Das Ende trat ein, nachdem der Kranke bereits längere Zeit in einem lähmungsartigen Zustande verbracht und nur noch sehr wenig gesprochen hatte.

(Schluß folgt.)

## Zuschriften an die Herausgeber.

### Über einige Baumwolllieferanten der heimischen Flora.

In Heft 40 dieser Zeitschrift bespricht Tobler einige heimische Pflanzen, welche als Ersatz für die Rohstoffe zur Jutespinnerei herangezogen werden könnten. U. a. erwähnt er das Weidenröschen (*Epilobium angustifolium* und *hirsutum*), mit dessen Fasern verschiedentlich Spinnversuche angestellt wurden. Diese Versuche haben bisher keine großen Erfolge gezeitigt. Und doch könnte vielleicht das Weidenröschen neben einigen anderen Pflanzen in heutiger Zeit nicht so ganz bedeutungslos für uns sein. Ich habe, wie wohl so mancher in diesen Tagen, Böhmers technische Geschichte der Pflanzen vom Jahre 1794 zur Hand genommen und würde gerne die allgemeine Aufmerksamkeit für die Nützung der *Samenhaare* verschiedener Pflanzen zu damaliger Zeit lenken, über welche Böhmer ausführlich

berichtet. Es handelt sich hierbei heute kaum um praktisch wichtige *spinnbare* Fasern, hingegen liegt in diesen Samenhaaren eine ungeheure Quelle von baumwollartigen, äußerst feinen Cellulosehaaren vor, welche in früherer Zeit in recht verschiedener Weise in Gebrauch genommen wurden und vielleicht heute auch noch manchen Dienst tun könnten; ich erinnere hier beispielsweise nur an die Watte.

Beginnen wir mit dem Weidenröschen. Böhmer sagt darüber auf S. 580: Holmberger ist vielleicht der erste gewesen, welcher diese Samenwolle zum Gebrauche empfohlen. Man kann nach dessen Berichte in den Abhandlungen der schwed. Akad. 1774, S. 260, nicht allein Polster, Bettdecken und dergleichen damit ausstopfen, sondern auch Garn zu Dächten, Handschuhen und dergleichen daraus spinnen. Sie läßt sich vor sich allein spinnen, hält aber nicht feste zusammen, hingegen mit ausländischer vermischt, kann man alle Arten Baumwollenzeuge daraus verfertigen. Die Fruchtkapseln sollen abgepflückt werden, ehe sie aufspringen, dann langsam getrocknet und mit einer langen Nadel die feinen, weißen, seidenartigen Flocken ausgestrichen werden. — Eine Maschine, diese Wolle von den Fruchtklappen und den Samen zu reinigen, hat Linquist erfunden und beschrieben, welche auch in Bohadsch' Beschreibung einiger nutzbarer Kräuter abgezeichnet ist.

Gerade zur jetzigen Jahreszeit findet sich ja bekanntlich diese Pflanze mit ihren reifen, mit Samen und Samenwolle vollgepfropften Früchten in ungeheuren Mengen in unseren Wäldern vor.

Auch die Samenwolle des Teichkolbens (*Typha*) wurde, wie Böhmer anführt, verschiedentlich benützt. Hier waren es die Schweden, welche zeitweise ihre Betten mit dieser Wolle statt mit Federn stopften, auch wurden unter Zusatz von Haaren Hüte hergestellt.

Besonders günstig zur Verwendung in verschiedener Richtung ist dann nach Gleditsch die Wolle des Wollgrases (*Eriophorum*) befunden worden. Er stellt daraus her: 1. Watte, welche mit Vitriolgeist und Indigo kalt gefärbt worden; hat die blaue Farbe wohl angenommen; 2. aus drei Teilen dergleichen Watte und einem Teil Baumwolle erhält man ein feines Garn; 3. aus einem halben Pfund Landwolle, ebensoviel Binsenwatte und etwas weniger von grober Wolle bereitete er ein zweidrätiges Tuchmachergarn; 4. aus eben diesem Garn wurden Strümpfe gestrickt, die besonders dicht waren; 5. eine Tuchprobe von gedachtem Garn wurde für gut und brauchbar erkannt und ließ sich nicht nur auf dem Stuhle, sondern auch in der Walke sehr wohl bearbeiten; 6. verfertigt man Raschmachergarn von einem Pfund feiner Baumwolle und einem halben Pfund Binsenwolle, auch 7. rohen und gepreßten Triget aus eben diesem Garne. Bei der Bearbeitung desselben zeigte sich, daß man es auf dem Stuhle mit vielem Vorteile hantieren könne.

Von weiteren Samenhaaren sei an die langen, schönen Haare der in manchen Gegenden in Menge vorkommenden Schwalbenwurz (*Vincetoxicum*) erinnert, wie auch des Pappus all der unzähligen Kompositen, der zu jetziger Zeit zur Verfügung steht, gedacht.

Allgemein bekannt ist, daß auch die Haare aus den Kätzchen von Weiden und Pappeln früher ihre Verwendung fanden. Böhmer berichtet, daß man sie mit einem Zusatz von echter Baumwolle zu Watten, Bettdecken, Handschuhen, Strümpfen und anderen Sachen benutzt habe.

Tübingen, den 25. Oktober 1915.

Prof. Dr. E. Lehmann.

## Besprechungen.

**Runge, C., Graphische Methoden.** Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1915. 8°. 142 S. und 94 Fig. im Text. Preis M. 5,—.

Das Buch enthält die Übersetzung der Vorlesungen, die der Verfasser als Austauschprofessor im Wintersemester 1909/10 in New York abgehalten hat, und die unter dem Titel „Graphical Methods“ im Jahre 1912 in New York in englischer Sprache erschienen sind. Das Gebiet, in das der Leser durch das Buch eingeführt wird, behandelt die zeichnerische Lösung analytischer Probleme und ist besonders für die Anwendungen der Mathematik auf physikalische, astronomische und technische Fragen, wie sie aus der Praxis heraus an den Mathematiker herantreten, von großer Wichtigkeit.

Der Inhalt zerfällt, abgesehen von einer das Wesen der angewandten Mathematik besprechenden Einleitung, in drei Kapitel, mit den Überschriften: Graphisches Rechnen, graphische Darstellung der Funktionen einer oder mehrerer unabhängiger Veränderlichen, die graphischen Methoden der Differential- und Integralrechnung. Im ersten Kapitel findet man unter anderem die graphische Auflösung algebraischer Gleichungen und Gleichungssysteme sowie die graphische Behandlung komplexer Zahlen, mit einer Anwendung auf die Darstellung gedämpfter erzwungener Schwingungen. Das zweite Kapitel enthält die wichtigsten Teile aus dem Gebiete der Nomographie; ausführlich wird das Prinzip des Rechenschiebers und verwandter Instrumente auseinandergesetzt. Das dritte Kapitel lehrt die graphische Auswertung von Integralen, besonders die Bestimmung von Flächeninhalten, statischen Momenten, Trägheitsmomenten usw. bei willkürlich gegebenen Begrenzungen, dann aber vorzüglich die graphische Integration von gewöhnlichen Differentialgleichungen erster Ordnung und von Systemen solcher Differentialgleichungen. Diese graphischen Integrationsverfahren, die vielfach vom Verfasser selbst herrühren, sind nicht nur an sich ungemein reizvoll, sondern sie haben auch den Vorzug, bei physikalischen und technischen Problemen selbst da zum Ziele zu führen, wo die analytischen Methoden schlechterdings versagen. Das ist z. B. dann der Fall, wenn die Funktionen, um deren Integration es sich handelt, oder die Koeffizienten der Differentialgleichung empirisch gegeben sind. Die Genauigkeit der Verfahren ist so groß, wie sie überhaupt auf einer guten Zeichnung erhalten werden kann, und daher für die meisten Zwecke der Praxis vollkommen ausreichend.

Für Physiker und Ingenieure sowohl, wie für angewandte Mathematiker, wird das Studium des ausgezeichneten Werkes unerlässlich sein; denn es ist kein Zweifel, daß die graphischen Methoden in Zukunft mehr und mehr da eingreifen werden, wo die analytischen den angewandten Disziplinen ihre Dienste verweigert.

R. Rothe, Berlin.

**Hjelmslev, Joh., Geometrische Experimente.** Aus dem Dänischen übersetzt von A. Rohrberg. Beihefte zur Zeitschrift für math. u. naturw. Unterricht, Nr. 5. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1915. 68 S. und 56 Abbildungen. Preis M. 2,40.

Den Grundgedanken der vorliegenden kleinen Schrift können wir am besten an einem Beispiel erläutern: Es sind von einem konvexen Vieleck die Seiten gegeben. Man soll es so zeichnen, daß es einem Kreise, dessen Halbmesser zu bestimmen bleibt, einbeschrieben ist. Dann gibt es einen einfachen Weg

zur Lösung der Aufgabe, der aber ganz anders geartet ist als die gebräuchlichen Lösungsarten der Schulgeometrie. Man trägt die gegebenen Seiten des Vielecks in einem beliebigen, nur genügend großen Kreise der Reihe nach als Sehnen ab. Der Streckenzug wird sich dann nicht zu einem Vieleck schließen, sondern es wird ein Stück fehlen. Man verbindet nun die Ecken des Streckenzuges mit dem Kreismittelpunkte und schneidet die ganze so entstehende Figur aus, indem man die ins Innere der Figur fallenden Verbindungslinien mit dem Mittelpunkte falzt; so daß man die ausgeschnittene Figur zu einer Pyramide zusammenbiegen kann. Stellt man diese Pyramide auf das Zeichenblatt, so ist ihre Grundfläche das gesuchte Vieleck. Man sieht in der Tat sofort, daß es die richtigen Seiten hat und einem Kreise einbeschrieben ist. Wenn man dieses Lösungsverfahren betrachtet, so erkennt man sofort, daß es ebenso sicher zum Ziel führt wie die herkömmlichen Konstruktionen mit Zirkel und Lineal. Die Beschränkung auf die bloße Zeichnung und einen bestimmten Gebrauch von Zirkel und Lineal ist eine künstliche und willkürliche. Sie ist nur als ein wissenschaftlicher Sport zu begreifen, den die Griechen aufgebracht haben, und selbst wenn sie als solcher geistesbildende Kraft besitzt, so ist das Monopol dieser bestimmten Beschränkung in den Konstruktionsmitteln nicht zu verstehen. Es lassen sich derart unzählige viele Bestimmungen über die für die Lösung erlaubten Konstruktionsmittel ersinnen, die ebenso berechtigt sind. Wo es sich aber um die praktische Lösung einer geometrischen Aufgabe handelt, ist eine solche Einengung überhaupt verkehrt. Man hat dann zu suchen, den einfachsten und sichersten Weg herauszufinden, der zur Lösung führt, ohne die Mittel zur Lösung von vornherein künstlich zu beschränken. Sonst erschwert man sich nutzlos die Arbeit. Nehmen wir an, es handle sich darum, was sehr häufig vorkommt, den Abstand eines Punktes von einer geraden Linie zu finden. Dieser Abstand ist mit einem Stechzirkel sofort zu ermitteln, indem man die eine Spitze in dem betreffenden Punkt einsetzt und die andere Spitze so nahe heranschiebt, daß sie beim Herumdrehen des Zirkels noch eben die gerade Linie streift. Es braucht dabei nicht eine einzige Linie gezogen zu werden. Das herkömmliche zeichnerische Verfahren dagegen verlangt nicht weniger als das Zeichnen von drei Kreisen und einer geraden Linie, auf der dann erst der gesuchte Abstand gemessen wird. Daß man so nicht praktisch zum Ziele kommen kann, liegt auf der Hand. Der geometrische Schulunterricht läßt aber darüber den Schüler meist im unklaren. Darum ist die vorliegende kleine Schrift außerordentlich verdienstvoll, weil sie zeigt, wie man von Fall zu Fall die praktisch einfachste Lösung zu suchen hat, ohne sich durch ein überkommenes Vorurteil einengen zu lassen. In Wirklichkeit ist natürlich das geometrische Experiment im Hjelmslevschen Sinne beim praktischen Zeichnen längst zu Hause, der Gebrauch von Reißschiene und Zeichendreiecken gehört durchaus dazu. Aber noch nie ist meines Wissens das hier vorliegende Problem systematisch behandelt worden. Eine solche systematische Behandlung jedoch ist wohl am besten geeignet, eine Bresche in die Mauer von Vorurteilen zu legen, die unseren mathematischen Schulunterricht umgibt.

H. E. Timerding, Braunschweig.

## Ornithologische Mitteilungen.

Die diesjährige Jahresversammlung der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft fand in den Tagen vom 16.—18. Oktober unter der Leitung ihres Vorsitzenden Prof. Schalow in Berlin statt. Wenngleich viele Mitglieder der Gesellschaft im Felde stehen, war die Versammlung dennoch gut besucht. Geh. Rat Prof. Reichenow (Berlin) erstattete als Generalsekretär den Bericht über das verflossene Jahr. Nach weiteren geschäftlichen Mitteilungen sprach Oberpfarrer Dr. Lindner (Quedlinburg) in einem den Abend ausfüllenden Vortrage über die Vogelfauna von Hiddensee und über die Bestrebungen des Bundes für Vogelschutz zur Erhaltung der Vogelwelt auf genannter Insel. Der Vortragende entwarf ein Bild der Entstehung und Gestaltung des langgedehnten, der Westküste Rügens vorgelagerten Eilands und gab im Anschluß hieran eine Übersicht der heutigen ornithologischen Besiedlung. Von Interesse sind die praktischen Ergebnisse, welche ein rationell durchgeführter Schutz hinsichtlich der Vermehrung seltener Arten, wie des Avosettschnäblers, der Kaspischen Seeschwalbe u. a., die ihrem sicheren Untergange auf der Insel entgingen, herbeigeführt hat.

In der Sitzung am 17. Oktober im Kgl. Zoolog. Museum legte Dr. Hesse (Berlin) aus den Sammlungen des Museums einige sehr seltene, im Rhin- bzw. Havelländischen Luch gefundene und zum ersten Mal für das Faunengebiet der Mark nachgewiesene Formen vor: *Luscinia svecica gaetkei*, das in den Gebirgen Norwegens brütende Blaukehlchen, den Sprosser, *Luscinia luscinia* und den Nachtigall-Rohrsänger *Locustella luscinioides luscinioides*, dessen nächste Brutgebiete in Polen, Galizien, Ungarn und Holland liegen. Dr. Hesse weist darauf hin, daß die meilenweiten Niedermoore vorgenannter Gegenden jetzt durch Meliorationen der Kultur überwiesen werden und damit eine Flora und Fauna vernichtet wird, die uns ein Bild des Urzustandes des Havel- und Rhinluches ahnen ließ. Paul Gottschalk (Coethen), Kurator des Naumann-Museums, erstattete einen Bericht über die ihm unterstellten Sammlungen, welche jetzt bereits sieben Säle des alten Herzoglichen Schlosses in Coethen füllen. Dank der nimmer müden Teilnahme der Familie Naumann haben die Sammlungen weitere Schätze erhalten, so daß wir bereits heute aus denselben ein volles Bild der Lebensarbeit unseres größten deutschen Ornithologen gewinnen. Justizrat Kollibay (Neiße) spricht über die Verbreitungsgebiete unseres europäischen Pirols (*Oriolus galbula galbula*) wie der indischen Form *Oriolus galbula kundoo* in Zentralasien, im Anschluß an die Veröffentlichungen Schalows und Laubmanns über diesen Gegenstand. Bei der Diskussion über die Ausführungen des Vortragenden wirft Prof. Neumann (Berlin) die Frage nach der Zugrichtung der westeuropäischen Pirole bei ihrer Wanderung nach dem Süden auf. Er weist darauf hin, daß der Pirol im Winter in Ostafrika von ihm in ungeheurer Menge angetroffen sei, daß er aber im Westen genannten Kontinentes im Norden vollständig fehle und erst im Südwesten wieder nachgewiesen wurde. Neumann kommt bei seinen Ausführungen zu dem Schluß, daß die Sahara den aus Europa kommenden Vögeln vielfach ein Hindernis entgegenstelle, welches sie nicht überfliegen. Vielleicht nimmt auch der aus Südeuropa kommende Pirol bei seiner Wanderung nach dem Süden am Nordrande der Sahara eine Abschwengung nach Osten vor und gelangt erst aus dem östlichen Afrika nach dem südwest-

lichen Teil des schwarzen Erdteils. Freiherr Geyr von Schweppenburg (Düren) widerspricht diesen Ausführungen. Nach seinen in der Sahara gemachten Beobachtungen überschreiten viele der europäischen Zugvögel in direkt nordsüdlicher Richtung die ungeheuren Sandgebiete. Noch auf seiner letzten im Frühling 1914 ausgeführten ornithologischen Forschungsreise im Innern der Sahara habe er Material für die von ihm vertretene Ansicht sammeln können. Im Verlauf der interessanten Debatte erläutert Geh. Rat Reichenow die Abgrenzung zwischen West- und Ostafrika, wie sie jetzt in zoogeographischer Hinsicht allgemein angenommen wird. Geh. Reg.-Rat Prof. Koenig (Bonn) stellt sich in der Diskussion, gleichfalls auf Grund seiner eigenen Sahara-Beobachtungen, auf die Seite des Freiherrn von Geyr. Er tritt der vielfach geäußerten Ansicht, daß die Wanderung der Vögel in die Winterquartiere auf bestimmten, regelmäßig eingehaltenen Straßen geschehe, entgegen und vertritt die Meinung, daß das Ziehen nach dem Süden in fächerförmiger Ausstrahlung mit breiter Front vor sich gehe. Dr. Heinroth (Berlin) berichtet über eine interessante biologische Beobachtung. Wiederholt hatte er in Nestern junge Vögel gefunden, die ungemein abgemagert, blaß und blutleer erschienen und nach kurzer Zeit eingingen. Bei genauerer Untersuchung derselben fanden sich an den Halsseiten der Nestlinge kleine, prall mit Blut gefüllte Maden, die den Tod der Tiere herbeigeführt hatten. Dr. Heinroth brachte diese Maden zur Verpuppung und zog aus den Puppen Fliegen, welche als *Protocaliphora azurea*, eine den *Sarcophaga*-Arten, den echten Fleischfliegen, nahestehende Form bestimmt wurden. Die Spezies scheint ungemein selten zu sein und fehlte bis jetzt auch in der reichen Dipterenammlung des Berliner Museums. Über das Leben dieser Fliege, deren Maden sich ausschließlich wie oben mitgeteilt zu ernähren scheinen, wissen wir nichts. Dr. Heinroth regt an, die unbekannte Biologie dieser interessanten Art zu erforschen. Justizrat Kollibay berichtet über einige biologische Ergebnisse seiner im Frühjahr 1914 unternommenen dritten Reise nach Castel Nuovo in der Bocche di Cattaro. Seine Beobachtungen beziehen sich u. a. auf das Freileben des schönen Kappenambers, der reizenden kleinen Zwergohreule und das interessante Nistgeschäft des Felsenkleibers, *Sitta neumayer neumayer*. Er legte ein in der Crivoseie gesammeltes Nest letzterer Form vor, welches sich jetzt in Besitz des Berliner Museums befindet. Es ist ein halbkugelförmiger Bau mit retortenähnlichem Eingang, von ungefähr 25 cm Durchmesser, aus Kalkstaub und Steinchen, die mit dem Speichelskret des Vogels gemengt sind, gebaut und dem Felsen angeheftet. Das vorgelegte ca. 6 Pfund schwere Nest wurde innerhalb 12 Tagen von den beiden Vögeln aufgekittet. Es haftete so fest an dem Felsen, daß es mit Meißel und Hammer abgestemmt werden mußte. Dr. Heinroth spricht über die Biologie der von ihm aufgezogenen, bzw. aus dem Ei erzogenen drei Arten: des Eisvogels, des grünfüßigen Rohrruhns und des kleinen Sandregenpfeifers. Er erläutert seine Ausführungen durch Serien photographischer Aufnahmen, welche die Entwicklung der jungen Tiere von einem Tag zum andern darstellen. Geh.-Rat Reichenow hatte eine Reihe der seltenen großen Kaiserpinguine, *Aptenodytes forsteri*, vom antarktischen Festland ausgestellt und erläuterte dieselbe. Prof. Schalow legte eine Anzahl älterer ornithologischer Veröffentlichungen: *Ulysses Aldrovandi* (1599), *Conrad Gesner* (1557), *Johann Leonhard Frisch* (1763), *Benedict Christ. Vogel* (1772),



Andreas Naumann (1795) und die Teutsche Ornithologie (1800) vor. Der im Anschluß an diese Vorlagen angemeldete Vortrag über die ornithologische Bedeutung von Joh. Leonh. Frisch (1666—1743) mußte wegen der vorgeschrittenen Zeit von der Tagesordnung abgesetzt werden. Am Nachmittag fand unter der Führung Dr. Heinroths, des Kustos des hiesigen Aquariums, eine Besichtigung vornehmlich der inneren Einrichtungen des genannten Institutes statt. Daran schloß sich, in der Wohnung des Genannten, eine Ausstellung der großartigen osteologischen Anatidensammlung, die von dem Besitzer wie von Frau Magdalene Heinroth, von welcher die sämtlichen Stücke mustergültig präpariert sind, in eingehender Weise erklärt wurde. Der dritte Tag war dem Besuch der ornithologischen Abteilung des Königl. Museums unter Führung des Direktors Geh. Rat Reichenow und des Assistenten Dr. Hesse gewidmet. H. Schalow, Berlin.

### Physikalische Mitteilungen.

Trotzdem die Ergebnisse der Beobachtungen über die **Elektrizität der atmosphärischen Niederschläge** zum Teil noch einander widersprechend sind, lassen sich, wie C. G. Simpson (im *Phil. Mag.* (6) 30, S. 1, 1915) ausführt, doch schon einige allgemeine Resultate erkennen. Danach sind bei Landregen etwa 90 % positiv und nur 10 % negativ geladen; dabei hat das Potentialgefälle im allgemeinen entgegengesetztes Vorzeichen zur Niederschlags-Elektrizität. Auch von Gewitterregen wird mehr positive als negative Elektrizität heruntergebracht. Bei ihnen ist sowohl die Ladung pro Gramm Regen als auch die Stromdichte vielmals größer als bei Landregen. Das Vorzeichen des Potentialgefälles unterliegt sehr großen und schnellen Schwankungen, doch ist es häufiger entgegengesetzt zu dem der Niederschlags-Elektrizität als gleichsinnig. Recht widersprechend sind indessen noch die Ergebnisse bezüglich der Ladung des Schnees. Die beiden ausführlichsten Beobachtungen in Simla (von Simpson) und in Potsdam (von Schindelbauer) haben zu entgegengesetzten Resultaten geführt: in Simla ergab sich ein Überschuß positiver, in Potsdam ein solcher negativer Elektrizität. Die Ladung/cm<sup>3</sup> kann noch größer als bei Gewitterregen sein. Das Potentialgefälle hat bei Schnee große positive und negative Werte. Nachdem die Wilson-Gerdiensche Theorie, daß die Kondensation wegen Fehlens einer genügenden Zahl von Staubkernen an negativen Ionen erfolge und deshalb vorwiegend negativ geladener Regen fallen müsse, durch das überwiegende Auftreten positiver Niederschläge widerlegt ist, bleiben z. Z. nur zwei Theorien zur Erklärung der Niederschlags-Elektrizität. Nach der von Elster und Geitel 1885 aufgestellten und 1913 modifizierten Influenztheorie werden die Tropfen im Erdfelde bei normalem (positivem) Potentialgefälle auf ihrer Unterseite positiv, auf ihrer Oberseite negativ elektrisch. Beim Zusammenstoß der schneller fallenden großen Tropfen mit kleinen prallen diese auf der Unterseite der großen Tropfen ab, nehmen von hier, da trotzdem elektrischer Kontakt zwischen beiden eintritt, positive Elektrizität mit, während auf den großen Tropfen ein Überschuß negativer Elektrizität verbleiben würde. Hiergegen wendet Simpson ein, daß ein Abprallen nur bei ungeladenen Tropfen erfolgt, dagegen fließen geladene Tropfen, wie sie beim Regen vorliegen, zusammen. Ferner wäre ein elektrischer Kontakt zwischen

zwei Tropfen, welche wegen einer zwischen ihnen liegenden Luftschicht voneinander abprallen, nicht zu erklären. Aber selbst wenn diese Voraussetzungen zutreffen sollten, so würden die großen Tropfen negative Elektrizität zur Erde führen und dadurch das Feld verstärken, aber niemals umkehren können. Nach Simpson ist nicht, wie Elster und Geitel annehmen, das elektrische Feld die Ursache der Niederschlags-Elektrizität, sondern umgekehrt letztere die Ursache für das Verhalten des Potentialgefälles. Nach der von ihm 1909 aufgestellten Theorie des Tropfenzerfalls bilden sich beim Gewitter große Tropfen von 4 mm und mehr Durchmesser. Diese können im aufsteigenden Luftstrom nicht bestehen bleiben, sondern zerfallen in kleinere Tropfen. Durch den Lenardeffekt werden sie hierbei positiv, die Luft negativ geladen. Bei Landregen ist nun aber der Tropfendurchmesser sicherlich kleiner als 4 mm, so daß die Simpsonsche Theorie hierfür zu versagen schien. Er macht nun aber darauf aufmerksam, daß man auch bei Landregen einen deutlichen Tropfenzerfall beobachtet, und zwar immer dann, wenn die Windgeschwindigkeit sich ändert, was praktisch durch eine Änderung des Neigungswinkels der Regenstrahlen bemerkbar wird. Ob der Zerfall durch den Wind direkt oder erst durch Zusammenstöße zwischen verschiedenen Tropfen bewirkt wird, läßt sich noch nicht sagen. Nach einem quantitativen Überschlag würde es genügen, wenn ein Zehntel aller Tropfen zerfallen würde. Die Regentropfen bringen also auf jeden Fall positive Elektrizität mit zur Erde. Es würde eine Zeit von 50 Sekunden ausreichen, um die gewöhnliche negative Ladung der Erdoberfläche zu neutralisieren und ihr Vorzeichen umzukehren. Die Umkehrung des normalen Potentialgefälles kann man schon vor Einsetzen des Regens beobachten, wenn der Wind die durch den Tropfenzerfall negativ geladene Luft vor den Wolken hertreibt. Die in der Luft gebildeten negativen Ionen werden nun von Tropfen adsorbiert oder vorzugsweise durch aufsteigende Luftströme emporgetragen und dann von den Wolken festgehalten. Aus solchen würde negativer Regen fallen. Tritt durch Verdampfung eine Verringerung ihrer Wassermenge ein, so können die negativ geladenen Tropfen eine beträchtliche Ladung erhalten. Auf diese Weise ließe sich die Tatsache erklären, daß bei den negativen Tropfen in der Regel größere Werte der Ladung pro Gramm auftreten als bei den positiv geladenen. Für Schneefälle trifft die Simpsonsche Theorie nicht zu, da hier kein Zerfallen von Tropfen erfolgen kann. Simpson erklärt die Ladung des Schnees in Analogie zu der des Staubes. Bei Staubstürmen ladet sich dieser infolge der Reibung sehr stark (ein Beweis dafür ist das bekannte Erlebnis von Werner v. Siemens auf der Cheopspyramide). Aus einer Beobachtung in der Antarktis folgt nun, daß bei Schneestürmen der Schnee sich stark positiv und die Luft somit negativ ladet. Wenn derselbe Effekt auch bei Schneefällen eintritt, so wäre die positive Ladung des Schnees erklärt. Die Erklärung für Schnee mit negativer Ladung wäre analog zu der für negativ geladenen Regen.

Bei den Kreuzfahrten der von der Carnegie-Institution ausgerüsteten Schiffe „Galilee“ und „Carnegie“ sind nicht nur erdmagnetische, sondern auch **luftelektrische Messungen** angestellt worden. Die dritte Fahrt der „Carnegie“, auf welcher zu letzterem Zweck verbesserte Instrumente und Methoden benutzt worden

sind, ging am 8. Juni 1914 von Brooklyn aus und führte nach einem Aufenthalt in Hammerfest vom 3. bis zum 25. Juli und in Reykjavik auf Island vom 24. August bis zum 15. September über Greenport, Long Island, am 21. Oktober wieder in den Ausgangshafen zurück. Dabei wurde eine größte nördliche Breite von  $79^{\circ} 52'$  erreicht. Während der Stunden von 9 Uhr vormittags bis 12 Uhr mittags wurden das Potentialgefälle  $F$ , die positive und negative Komponente der Leitfähigkeit  $\lambda$  und der Gehalt  $A$  der Luft an radioaktiven Substanzen, letzterer nach der Elster- und Geitelchen Drahtmethode, gemessen. Die Mittelwerte der Beobachtungen sind:  $F = 93$  Volt/m;  $\lambda = 2,52 \cdot 10^{-4}$  ESE;  $A = 23$  und für den vertikalen Leitungsstrom  $i = 7,7 \cdot 10^{-7}$  ESE/cm<sup>2</sup>. Das Potentialgefälle hat also etwa denselben Wert wie über Land, auch die Leitfähigkeit weist mindestens dieselbe Größe wie über dem Festlande auf, dagegen ist der Emanationsgehalt, der sich mit Hilfe eines früher von Kurz bestimmten Reduktionsfaktors zu  $12 \cdot 10^{-12}$  Curie/m<sup>3</sup> ergeben würde, wesentlich kleiner als auf dem Lande, wo er  $80 \cdot 10^{-12}$  Curie/m<sup>3</sup> beträgt. Das Potentialgefälle wächst im Einklange mit sonstigen Beobachtungen vom Sommer gegen den Winter hin, während die Leitfähigkeit im September die größten Werte aufweist. Sie scheint ferner von der geographischen Breite abzuhängen, da sie bei  $50^{\circ}$  nördl. Breite ein Maximum zeigt. Sehr niedrige Werte wurden dagegen in der Nähe der amerikanischen Küste beobachtet, was zum Teil auf die geringe Beweglichkeit der Ionen zurückzuführen ist. Diese betrug dort für die positiven und negativen Ionen nur 0,77 bzw. 0,83 cm/sec. Volt/cm, während die Zahl derselben im cm<sup>3</sup> sich zu 340 bzw. 280 ergab. Zur Temperatur und Luftfeuchtigkeit waren keine Zusammenhänge festzustellen. Aus der Analyse der Abfallkurven der auf den Drähten niedergeschlagenen Substanzen ergab sich, daß sich bei einigen Versuchen außer Radium A, B und C auch ein Produkt von längerer Lebensdauer (Thor B?) niedergeschlagen hatte. Berechnet man den Emanationsgehalt direkt aus den Versuchen (ohne Benutzung des Kurzschen Reduktionsfaktors), so erhält man kleinere Werte als vorher angegeben, wenn man nicht annehmen will, daß die mittlere Beweglichkeit der Träger der radioaktiven Niederschläge weit kleiner ist, als man bisher vermutete.

Zur Bestimmung des Elektrizitätshaushaltes der Atmosphäre ist die Kenntnis des Gehaltes der Luft an Radiumemanation außerordentlich wichtig. J. R. Wright und O. F. Smith (*Phys. Rev.* 5, S. 459, 1915) haben sich deshalb der Aufgabe unterzogen, denselben während eines Zeitraumes von 13 Monaten in Manila zu bestimmen. Sie verwendeten dazu die Methode der Absorption der Emanation durch Kokosnußkohle. Als Mittel der Monatsmittel ergab sich der Emanationsgehalt der Atmosphäre zu  $71,0 \cdot 10^{-12}$  Curie/m<sup>3</sup>, eine Zahl, die mit dem gewöhnlich angenommenen Werte von  $80 \cdot 10^{-12}$  Curie/m<sup>3</sup> in guter Übereinstimmung steht. Der Emanationsgehalt weist ein Maximum im Januar auf; in diesem Monat besitzt die Niederschlagsmenge ein Minimum und ist auch die Windgeschwindigkeit nur gering. Das Minimum des Emanationsgehaltes fällt in den Juli, wo die beiden meteorologischen Elemente sich gerade entgegengesetzt zum Januar verhalten. Das Verhältnis des Maximums zum Minimum beträgt etwa 10:1. Auch in den übrigen Monaten ergibt sich immer ein entgegengesetzter Verlauf zwischen Emanationsgehalt einerseits und Niederschlagsmenge und Windgeschwindigkeit an-

dererseits. Welcher von den beiden Faktoren den überwiegenden Einfluß ausübt, ließ sich nicht feststellen, da fast immer kleine Werte des einen auch mit geringen Werten des anderen verbunden sind. Sie sind aber jedenfalls die beiden maßgebenden Faktoren, da die Temperatur in Manila während des ganzen Jahres fast konstant bleibt. Zum Luftdruck und der Feuchtigkeit ergaben sich keine direkten Zusammenhänge, auch mit der Windrichtung war ein solcher nicht mit Sicherheit zu erkennen. Wahrscheinlich ist indessen der Emanationsgehalt bei Landwind größer als bei Seewind. Der Emanationsgehalt der Atmosphäre besitzt eine deutliche tägliche Periode, derart, daß er nachts bedeutend größer als am Tage ist. Der Mittelwert der in den Stunden von 11 p. m. bis 5 a. m. angestellten Versuche war 3,31 mal größer als der in den Tagesstunden von 11 a. m. bis 5 p. m. erhaltene. Dieser Verlauf steht im wesentlichen in Zusammenhang mit der Luftbewegung, derart daß kleinen Windgeschwindigkeiten große Werte des Emanationsgehaltes entsprechen. Die Menge der pro Stunde aus der Erdoberfläche austretenden Emanation beträgt im Mittel etwa  $1000 \cdot 10^{-12}$  Curie/m<sup>2</sup>. Sie nimmt nach starken Regenfällen wegen des Verstopfens der Erdkapillaren beträchtlich ab und kann bis zu 60% der bei schönem Wetter beobachteten Menge sinken. Die Schwankungen der Radioaktivität der Bodenluft stehen in 30 cm Tiefe noch im engen Zusammenhange mit denen der aus der Oberfläche austretenden Emanationsmenge, derart, daß einer Abnahme der letzteren ein Anwachsen des Emanationsgehaltes der Bodenluft entspricht. In 70 cm Tiefe variiert sie nur noch wenig mit den meteorologischen Faktoren, während sie in 120 cm Tiefe fast konstant bleibt. Hier beträgt der Emanationsgehalt  $304,5 \cdot 10^{-12}$  Curie/Liter, ist also über 4000 mal größer als der der Atmosphäre. In 70 cm Tiefe findet sich nur noch  $250 \cdot 10^{-12}$  Curie Emanation/Liter und in 30 cm Tiefe sinkt der Emanationsgehalt auf etwa  $\frac{1}{7}$  des in 120 cm erhaltenen, nämlich auf  $45 \cdot 10^{-12}$  Curie/Liter.

Als Lichtquellen zur Untersuchung der Absorptionsspektren im Ultraviolett (bis zu 2100 Å. E.) empfiehlt E. P. Lewis (*Science* 41, S. 947, 1915) Geißler-Röhren mit Wasserstoff von 5 mm Druck. Der Durchmesser der in Längssicht gebrauchten Röhren soll etwa 5 bis 10 mm, ihre Länge 30 cm betragen; natürlich müssen sie mit einem Quarzfenster versehen sein. Der kontinuierliche Grund, welchen das Wasserstoffspektrum auch im Ultraviolett aufweist, ist selbst mit großer Dispersion nicht aufzulösen. Die angegebene Röhre gibt deshalb im Ultraviolett ein völlig kontinuierliches Spektrum. Wasserstoff ist am geeignetsten dafür, da wegen der großen Geschwindigkeit seiner Moleküle die Zusammenstöße zwischen diesen, auf welche man den kontinuierlichen Grund zurückführt, am kräftigsten sind. Aus diesem Grunde ist unter sonst gleichen Bedingungen das kontinuierliche Spektrum beim Helium nur halb, bei Neon nur ein Drittel so intensiv als beim Wasserstoff. Bei Benutzung kondensierter Entladungen verschwindet dasselbe fast vollständig; bei Stickstoff, Krypton und Xenon ist es überhaupt nicht zu erhalten.

Starke lokale Störungen des atmosphärischen Potentialgefälles werden nach Untersuchungen von W. A. D. Rudge (*Electrician* 75, S. 622, 1915) durch Auspuffdampf von Dampfmaschinen und vor allem durch Staub hervorgerufen. Deshalb ist das Potentialgefälle, das im Mittel etwa +100 Volt/m beträgt.

in der Nähe von Fabriken, Verkehrsstraßen, Eisenbahnlinien und überall dort, wo der Wind größere Staubmengen aufwirbeln kann, gestört. Besteht der Staub aus Silikatkörnern, wie Sand, verwittertem Granit oder Basalt, so wird das positive Gefälle verringert und sogar in negatives verwandelt, sind doch bei starken Staubstürmen in der Sahara und den südamerikanischen Pampas Potentialgefälle von — 10 000 Volt/m beobachtet worden. Im Gegensatz dazu wird es durch kalkhaltigen Staub vergrößert und zwar auf etwa 500 Volt. Der gewöhnliche Staub enthält meist eine Mischung von Silikaten und Kalkgesteinen und dazu vor allem noch organische Substanzen; durch diesen wird das Gefälle gleichfalls vergrößert. Auf Landstraßen macht sich deshalb das Vorbeifahren eines Wagens oder selbst eines Radfahrers durch Unregelmäßigkeiten in der Potentialkurve bemerkbar. Mit Absetzen des Staubes verschwinden die Störungen indessen sofort wieder. Da ausströmender Wasserdampf der Luft eine positive Ladung mitteilt, so beobachtet man auch in der Nähe von Eisenbahnlinien beim Vorbeifahren von Zügen eine Erhöhung des Potentialgradienten, welche bei Schnellzügen am größten, bei Güterzügen am kleinsten ist und bis zu 6 Minuten nach Vorbeifahrt der Lokomotive anhalten kann. In der Windrichtung erstrecken sich die Störungen bis auf eine (englische) Meile. Besonders stark sind die Potentialstörungen auch in der Nähe von Zementfabriken, da sich hier die Wirkungen des Wasserdampfes und der Zementstaubwolken überlagern.

Den Zusammenhang zwischen Magnetostriktion und Widerstandsänderung im Magnetfelde hat C. W. Heaps (*Phys. Rev.* 6, S. 34, 1915) durch gleichzeitige Messungen dieser beiden Größen an Eisen- und Nickeldrähten zu bestimmen versucht. Da im Magnetfelde die molekulare Konstitution geändert wird, so wird dadurch auch die Beweglichkeit der Leitungselektronen und damit auch der Widerstand beeinflusst werden. Es ist somit bei longitudinale Magnetfelde eine einfache Beziehung zwischen Magnetostriktion und Widerstandsänderung zu erwarten. Bei transversalem Felde kommt dazu noch eine direkte Einwirkung auf die Elektronen durch die Ablenkung ihrer Bahnen, so daß hier der Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen komplizierter werden wird.

Die Versuche haben diese Folgerungen durchaus bestätigt. Mit wachsendem longitudinalen Magnetfelde kontrahiert sich der Eisendraht immer mehr; von etwa 1000 Gauß ab bleibt die Magnetostriktion konstant. Die Kurve der Widerstandszunahme verläuft ähnlich derart, daß diese proportional der Kontraktion ist. Beim Nickel verhalten sich diese beiden Größen analog, die letzte Beziehung gilt hier jedoch für schwache Feldstärken nicht. In einem transversalen Magnetfelde erleidet Nickel eine Ausdehnung, welche von 6000 Gauß ab konstant bleibt; sein Widerstand nimmt dann aber wegen der Ablenkung der Elektronenbahnen noch weiter ab. Beim Eisen sind die Verhältnisse bei Quermagnetisierung komplizierter. Hier erreicht die magnetische Kontraktion bei rund 7500 Gauß ein Maximum, um dann wieder abzunehmen. Der Widerstand wächst dagegen bis zu Feldstärken von 4000 Gauß, nimmt darauf wieder ab, so daß bei 7000 Gauß die Widerstandsänderung gleich Null ist, welche darauf negative Werte annimmt. Solange also der Widerstand wächst, nimmt

auch die Kontraktion zu. Mit Ausnahme dieses letzten Falles — Eisen im transversalen Magnetfelde — ist Kontraktion immer mit einer Widerstandszunahme, Ausdehnung mit einer Widerstandsabnahme verbunden.

G. Berndt, Berlin-Friedenau.

## Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

28. Oktober. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Müller-Breslau las „Elastizitätstheorie des starren Luftschiffes“. Die Versteifung eines starren Luftschiffes gehört zu den hochgradig statisch unbestimmten Stabwerken; ihre genaue Untersuchung verlangt die Aufstellung einer außerordentlich großen Zahl von Elastizitätsgleichungen, deren jede einzelne eine große Zahl von Unbekannten enthält. Hierzu tritt die große Zahl der zu untersuchenden Belastungsfälle. Die strenge Lösung wird dadurch sehr erschwert, daß die Verspannung der Felder des Fachwerkmantels und der Ringe zur Erzielung eines geringen Schiffsgewichtes soweit als möglich unter Ausschluss von Druckstäben mit Hilfe von Drähten erfolgt, die zwar mit Anfangsspannung eingesetzt werden, trotzdem aber in gewissen Belastungsfällen spannungslos werden, so daß das Bild der Drahtverspannung nicht eindeutig feststeht. Damit ist der schwierige Fall des hochgradig statisch unbestimmten Stabwerks mit veränderlicher Gliederung gegeben. Nach Beschreibung der genauen Lösung der vorliegenden Aufgabe wird ein Weg gezeigt, der gestattet, die Genauigkeit der zunächst auf Grund einer Abschätzung der in die Ringebenen fallenden Seitenverschiebungen der Ringknotenpunkte ermittelten Näherungswerte der Spannkraften und Formänderungen stufenweise beliebig zu steigern.

2. Hr. Müller-Breslau überreichte eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. G. Scheffers in Berlin: Bestimmung des günstigsten Zielpunktes. Es soll gezeigt werden, wie man praktisch mit hinreichender Genauigkeit denjenigen Punkt eines zu beschießenden Gegenstandes bestimmen kann, der, als Zielpunkt benutzt, die meiste Gewähr dafür bietet, daß der Schütze den Gegenstand überhaupt irgendwo trifft. Dabei kann das Ziel als eine ebene Scheibe angesehen werden, deren Form allerdings noch ganz beliebig ist. Der gesuchte günstigste Zielpunkt ist nicht etwa der Schwerpunkt der Scheibe, er hängt auch nicht nur von der Gestalt der Scheibe, sondern ganz wesentlich auch von der Treffsicherheit des Schützen, d. h. von seinem durch Probesschießen feststellbaren wahrscheinlichen Fehler ab, aus dem sich nach einer bekannten Formel der Wahrscheinlichkeitsrechnung der Genauigkeitskoeffizient des Schützen berechnen läßt. Die Schwierigkeit der Aufgabe liegt darin, die Koordinaten  $\xi_0$  und  $\eta_0$  des günstigsten Zielpunktes aus zwei Gleichungen zu ermitteln, in denen  $\xi_0$  und  $\eta_0$  als Konstanten in den Integralen zweier nicht in geschlossener Form auswertbarer Integrale auftreten. Die Lösung wird erreicht, indem der Aufgabe eine dynamische Deutung untergelegt wird, wonach in jedem Punkte der Scheibenebene eine gewisse Kraft wirkt und es darauf ankommt, denjenigen Punkt zu finden, für den diese Kraft gleich Null wird. Es zeigt sich, daß der günstigste Zielpunkt für jede Scheibenform und jeden Genauigkeitskoeffizienten des Schützen mit verhältnismäßig geringem Arbeitsaufwand und hinreichender Genauigkeit graphisch bestimmt werden kann.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY  
RECEIVED  
FEB 19 1916

U. S. Department of Agriculture

Heft 48.

26. November 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Faradays Gedächtnisschwäche. Von *Dr. Ernst Jentsch, Obernigk.* (Schluß.) S. 637.

Eine Darstellung der Physik für gebildete Laien. Von *Prof. Dr. A. Byk, Berlin* S. 641.

Besprechungen:

Diels, Hermann, *Antike Technik.* Von *A. Berliner.* S. 643.

Chemische Mitteilungen. S. 646—647.

Über Brennstoffe und Motorentreibmittel in Kriegzeiten. Über die elektrische Aktivierung des Stickstoffs. Über optische Untersuchungen an verfestigten Gasen. Über Versuche zur Herstellung von chemisch reinem Kalziumkarbid.

Über die elektrolytische Reduktion von unter Druck gelöstem Kohlendioxyd und Kohlenoxyd.

Paläogeographische Mitteilungen. S. 647.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik. S. 649.

Physikalische Zeitschrift. S. 649.

Archiv für Elektrotechnik. S. 650.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. S. 651.

Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik. S. 652.

Geographische Zeitschrift. S. 652.

Meteorologische Zeitschrift. S. 652.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

## Reichsfinanzreform und Innere Reichspolitik 1906—1913

Ein geschichtliches Vorspiel zu den Ideen von 1914

Von

**Dr. Hans Teschemacher**

Preis M. 2.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 25 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40% Nachlass.

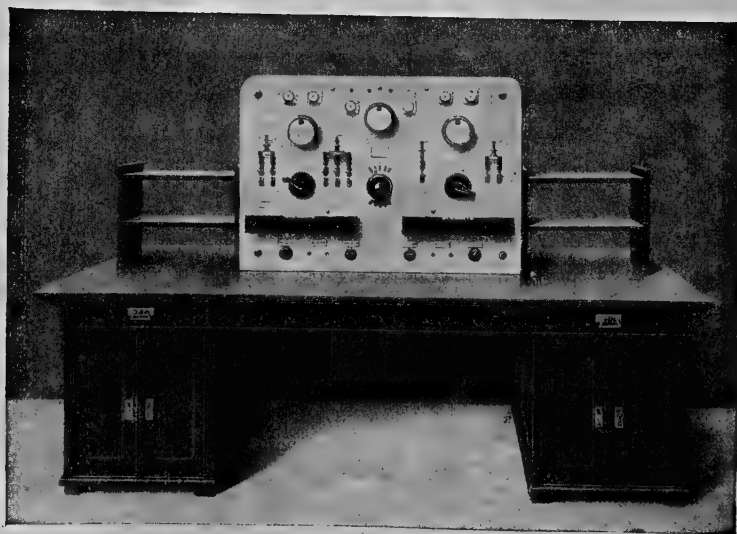
Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

## Denkt an Weihnachten!

Der Winter hat uns mahnend seine Vorposten gesandt. Tagelang lag kühler, blühender Schnee in dichter Decke über Gärten, Häusern und Feldern. Nicht lange — nur Tage. Und doch, ist es nicht, als wollte er uns einen Wink geben? Vergeßt nicht, daß Wochen vergehen können, ehe Eure Gaben weit, weit fort auf fremder Erde eintreffen werden — vergeßt es nicht. Weihnachten kommt bald — bald. So sprach es aus der Winterlandschaft zu uns. Tief im Feindesland weht siegreich die deutsche Fahne. Tief im Feindesland begeben unsere Tapferen, die unser ganzes Sinnen und Trachten mit sorgender Liebe umspinnen, zum zweiten Male unser größtes und schönstes heimisches Fest. Ein deutsches Weihnachten wollen wir ihnen schaffen, noch schöner als im Vorjahre. Doch es gilt vorsorgen — und gleich versorgen. Gedenket der, vielen, vielen Einsamen, denen wir eine Dankeschuld abzutragen haben. Sie sollen am Heiligen Christ wenn in allen Schützengräben und Unterständen ein Bäumchen brennen wird, die glücklichen Kameraden die Grüße der Ihrigen auspacken werden, nicht mit traurigen Augen und Weh im Herzen abseits stehen. Geht ihnen ein frohes Lachen, ihnen, die für Euch zu kämpfen und zu sterben wissen. Gedenket ihrer und sendet Weihnachtsgaben an die Staatliche Abnahmestelle II beim Gardekorps, Berlin NW 6, Karlstr. 12. Alles ist willkommen. Praktische Gegenstände wie Unterzeug, Strümpfe, Seife, Handtücher, Taschentücher, Konserven, Honig, Marmelade, Marzipan, Schokolade, Pfefferkuchen, weiter Zigarren, Zigaretten, Tabak, Feuerzeug und Lunte, Spielfarten, Mundharmonikas und so vieles, was man noch dem feldgrauen Weihnachtsmann auspacken kann. Doch schickt es bald — der November ist zu Ende, ehe man es gedacht — Weihnachten steht vor der Tür.

## Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Arbeitstisch für Elektrolyse, mit 4 Arbeitsplätzen und Experimentierschalttafel; für ein chemisch-physikalisches Laboratorium



# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

26. November 1915.

Heft 48.

## Faradays Gedächtnisschwäche.

Von Dr. Ernst Jentsch, Obernigk.

(Schluß.)

Über die Natur des oder der Nervenleiden *Faradays* läßt sich etwa folgendes sagen:

*Faraday* war ein geborener Neuropath. Er zeigte schon in der Jugend große cerebrale Erreglichkeit, später nervöse Empfindlichkeiten, teilweise erhöhte Affektivität, reizbare Schwäche, große Erschöpfbarkeit, Wunderlichkeiten, litt an Kopfweh. Der Typus seiner nervösen Beanlagung war vornehmlich der neurasthenische, wahrscheinlich mit leichtem hysterischen Einschlage. Während eines an starken geistigen Strapazen reichen, aber sonst gesundheitlich vorsichtig verbrachten Lebens erkrankte er zu Beginn seines fünften Jahrzehnts an Gedächtnisschwäche, Schwindel, größerer Ermüdbarkeit, andauerndem Kopfweh. Da alle diese Krankheitszeichen auch bei der Neurasthenie häufig sind, so könnte man zunächst daran denken, es habe sich hier lediglich um eine Steigerung dieses seines Grundleidens gehandelt.

Dies ist jedoch nicht wahrscheinlich. Das gleichzeitige unvermutete Einsetzen von Gedächtnisschwäche und Schwindel, zwei Symptomen, von denen er bis dahin völlig verschont geblieben war, ist allzu auffällig. Ferner verläuft die Neurasthenie meistens so, daß ihre Symptome etwas fluktuieren, zeitweise völlig oder nahezu völlig verschwinden können, während *Faradays* Hauptbeschwerden ihn, nachdem sie ihn einmal befallen hatten, niemals wieder verließen. Schließlich nahm die Krankheit, wenn auch erst nach Jahrzehnten und in einer Lebenszeit, in der dies auch sonst nichts Überraschendes mehr hat, gleichwohl in innerem Zusammenhange die Entwicklung des gesamten Leidens noch deutlich verratend, eine die Art des Prozesses enthüllende Wendung.

Es ist demnach das Wahrscheinlichste, daß *Faraday* im Anfang seiner vierziger Jahre an einer Arteriosklerose, und zwar der sogenannten nervösen Form der Arteriosklerose des Gehirns erkrankte. Da die Arteriosklerose eine Alterskrankheit ist, so erscheint dieser Termin reichlich früh. Ein so frühzeitiger und merklicher Ausbruch des Leidens ist allerdings nicht häufig, aber auch nichts Außergewöhnliches. Eine besondere Disposition hierzu scheint familienweise vorzukommen, worüber bei *Faraday* freilich nichts Näheres bekannt ist, aber es mußte ihn auch seine konstitutionelle Neuropathie überhaupt und

seine anhaltende starke geistige Tätigkeit hierzu disponieren.

Neuere histologische Untersuchungen haben gezeigt, daß auch bei der leichten Form der Arteriosklerose der Gehirngefäße bereits geringe anatomische Veränderungen nicht nur der Gefäßwandungen, sondern auch ihrer Umgebung vorhanden sind, welche Elastizitätsverlust derselben und dadurch Schwankungen in der Durchblutung und Ernährung der Nervenlemente zur Folge haben, auf die die nervösen Symptome zurückzuführen sind. Der Natur dieser Läsionen nach werden nun solche Beeinträchtigungen der Nervenfunktionen viel stabiler sein müssen als die ausschließlich auf psychischen oder „nervösen“ Zirkulationsstörungen beruhenden. Gleichwohl sind diese aber ebenfalls zunächst nicht bedenklicher Art, da die ursprüngliche organische Schädigung an sich geringgradig bleibt und nur durch ihre Folgeerscheinungen, ähnlich wie die rein nervöse, wirksam ist. Das Leiden kann sich auch in diesem Stadium bis ins hohe Alter stationär erhalten, ohne das Nervengewebe selbst stärker in Mitleidenschaft zu ziehen. Diesen Verlauf schien auch *Faradays* Affektion anfänglich nehmen zu wollen. Etwa um die Wende des siebenten Lebensjahrzehnts jedoch (nach 1860) griff der Prozeß weiter. Zuerst litten hierdurch wieder die Funktionen mehr, die zuerst betroffen waren, so wurde die Gedächtnisschwäche stärker. Auf der anderen Seite aber zeigten sich jetzt auch psychische Symptome, zunächst wohl eine gewisse Ratlosigkeit (s. hierzu z. B. die letzten Briefe an *Schönbein*), bis schließlich das Leiden in völligem körperlichen und geistigen Zusammenbruch, letzterem in der Form des auf Arteriosklerose beruhenden Altersschwachsinn, denjenigen Verlauf brachte, den es im höheren Alter häufig nimmt und meist viel rascher, als es bei *Faraday* seit Beginn des Ganzen gerechnet der Fall gewesen war. Es ist möglich, daß dieser, zunächst ungemein chronische, Verlauf teilweise der guten Pflege und der Vermeidung sonstiger Schädlichkeiten, so besonders des Gebrauchs des Tabaks, zu verdanken ist. Alkoholabstinent ist *Faraday* nach *Tyndall* nicht gewesen.

Neben diesem besonderen Leiden erhielt sich zugleich immer die ursprüngliche Nervosität *Faradays*. Wir wußten sicher nicht so viele Einzelheiten über seine Gedächtnisschwäche, wenn *Faraday* in seiner nervösen Grübelsucht, die ihm schon in der Kindheit eigen war, nicht beständig so bestrebt gewesen wäre, sich zu analysieren. Und während der ganz Gesunde seine Mängel aus natürlichen Gründen zu verbergen

sucht, bemerken wir bei *Faraday* die hypochondrische Neigung, breit und eingehend von seinem Defekte zu reden. Dabei verläßt ihn seine Kritik mitunter in beinahe drastischer Weise, z. B. wenn er ohne Fehler die Worte anführt, die er nicht richtig schreiben zu können vermeint. Auch verfiel er wohl öfter in den unter diesen Umständen naheliegenden Irrtum, alles, was er an seiner geistigen Leistung zu bemängeln fand, auf Rechnung seines Leidens zu setzen, indem er übersah, daß auch der Gesunde vieles vergißt und um so mehr vergessen muß, je reicher sein geistiger Besitz ist, daß auch dem Gesunden nicht jede Kombination in absoluter Vollkommenheit glückt und daß dies auch ganz besonders wieder von der Forschung selbst gilt; denn die Wissenschaftsgeschichte zeigt sogar, daß viele verdiente Geister nicht selten an großen Wahrheiten dicht vorübergegangen sind, ja solche sogar bekämpft haben. Ferner neigte er wohl bei seiner pedantischen Anlage mehr als andere dazu, sich bei Zweifeln zu verifizieren. Auch daß nicht jeder noch in vorgerückten Jahren disponiert ist, Wissen aus anderen Gebieten sich anzueignen, wie es *Faraday* mit der deutschen Sprache ging, ist an sich nicht krankhaft, wenn auch die völlige Unfähigkeit, sich im Studium außerhalb der ausgeschliffenen Bahnen zu bewegen und die bei solchen Versuchen eintretenden Mißempfindungen des Kopfes wiederum so genannt werden müssen. Wohl aber erkennen wir in der Art, wie *Faraday* sein Gebrechen betrachtete, den leicht depressiven Zug heraus, den er trotz aller seiner anscheinenden Ruhe und Heiterkeit des Gemüts besessen haben muß, der aus den pessimistischen Ansichten seiner Jugend und auch seiner späteren Zeit, aus seiner ursprünglichen Misogynie, seinem Hange zur gesellschaftlichen Isolierung, seiner Erlebnisunfähigkeit, vielleicht auch aus der besonderen Form seiner Religiosität herauszuerkennen ist, und welcher gewöhnlich im höheren Lebensalter bei sinkenden Kräften stärker zur Geltung kommt.

Es handelt sich also bei *Faraday* — ausgenommen von der letzten Zeit — um keine Geisteskrankheit. Wenn auch seine Merkfähigkeit gelitten hatte, so waren doch seine stupenden Geisteskräfte hinsichtlich der Reproduktion tatsächlich vorhanden, sie waren für ihn nur schwerer in Bewegung zu setzen als früher. Immerhin ist die Schädigung, die der Forscher dadurch erlitt, nicht gering zu veranschlagen. Bei schwächerer Anlage und minderer Fruchtbarkeit des Entdeckers hätte dieses Leiden zum dauernden Versagen seiner Produktivität führen können. *Faraday* ist ein Beispiel dafür, wie ungemein kompensationsfähig circumscribede Mängel des Intellekts bei außergewöhnlicher Begabung sein können. Daß er sich als Forscher in dieser Weise aufrecht erhielt, ist geradezu erstaunlich. Man muß hier nicht vergessen, daß *Faraday* trotz mancher Weigerung,

übertragene Aufgaben zu übernehmen, bis 1865 wissenschaftlich und praktisch tätig blieb, und daß er nicht aufhörte, hohe Anforderungen an sich zu stellen, mochte es ihm auch noch so schwer fallen. „Nur sehr langsam,“ schrieb er am 19. August 1857 an *Barlow*, „kann dieser Zustand von geistiger Erstarrung durch- oder verarbeitet werden; nichtsdestoweniger weiß ich, daß es weit besser ist, irgend etwas zu schaffen, als still zu stehen, auch wenn nichts dabei herauskommt.“

Diese Übung erhielt die Funktion zweifellos besser und brachte auch das letzte noch zur Geltung, was *Faraday* der Mitwelt geben konnte; vom rein ärztlichen Gesichtspunkte aber wäre größere Schonung beizeiten wohl eher am Platze gewesen.

Ein besonderer Zug des merkwürdigen Mannes kann bei dieser psychologischen Betrachtung nicht völlig übergangen werden: sein Verhältnis zur Religion. In Anbetracht der geringen Mitgliederzahl seiner „priesterlosen“ Gemeinde wurde auch seine seelsorgerische Mithilfe von dieser in Anspruch genommen. Er wurde zweimal (1840 und 1861) zu einem der Ältesten erwählt, welches Amt er je etwa 4 Jahre lang bekleidete, womit er namentlich zu letzterer Zeit ebenfalls manche Schwierigkeiten hatte. „Obgleich ich manchmal unsicher bin,“ schreibt er am 10. April 1864 an seine Nichte *Reid*, „wenn ich Gelegenheit habe, in Lehre oder Rat Sein Wort zu gebrauchen, da ich mich nicht daran erinnern kann, so wage ich dennoch nicht das, was Er mir auferlegt hat (nämlich das Ältestenamts) von mir zu tun . . .“

Seine Predigten und seine Reden als Vorsteher seiner Gemeinde sollen von großer Schlichtheit gewesen sein, im Gegensatz zu seinen glänzenden und effektvollen wissenschaftlichen Vorlesungen, die im Verein mit seinen sorgfältig vorbereiteten Experimenten immer eine große Anziehungskraft ausübten. In Glaubensdingen versank aber für *Faraday* die gesamte Wissenschaft, und keine Brücke führte bei ihm von dem einen zum andern. An die Aristokratin, welche sich ihm als Schülerin angeboten hatte, schrieb er als Antwort auf eine gleichzeitig dahingehende Anfrage: „Sie sprechen von Religion, und hier werden Sie bei mir arg enttäuscht sein . . . In meiner Religion ist gar keine Wissenschaft. Ich gehöre einer sehr kleinen und mißachteten Christensekte an, die, wenn überhaupt, unter dem Namen der Sandemanianer bekannt ist, und unsere Hoffnung ist auf den Glauben gegründet, der in Christo ist. Aber obgleich die natürlichen Werke Gottes niemals in irgend einer möglichen Weise in Widerspruch kommen können mit den höheren Dingen, welche unserm zukünftigen Leben angehören und mit allem, was zu Ihm Bezug hat, Ihn stets preisen müssen, so halte ich es dennoch durchaus nicht für nötig, das Studium der Naturwissenschaften und der Religion zu verknüpfen, und in meinem Zusammensein mit meinen Mitmenschen sind, was der Religion und was der Wissenschaft gehört, immer zwei verschiedene Dinge gewesen.“

Es ist vergleichsweise nicht ohne Interesse, daß *Faraday* mit dieser absoluten gegenseitigen Abschließung von religiöser und naturwissenschaftlicher Denkweise sich in großem Gegensatz zu zwei anderen hervorragenden Physikern befand, welche gleich ihm eine ungewöhnlich starke religiöse Anlage besaßen. Man muß hier in erster Linie an *Gustav Theodor Fechner* denken, welcher gerade im Gegenteil alles, was ihn seine Wissenschaft gelehrt hatte, mit seinem religiösen Denken und Fühlen in Verbindung und möglichste Vereinbarung zu bringen leidenschaftlich bestrebt gewesen ist, und der nicht ruhte, als bis er hier zur vollkommenen und befriedigenden Übereinstimmung gelangt war, indem er ein System religiöser Naturphilosophie hinterließ, welches ein Muster menschlicher Konsequenz, klaren, kenntnisreichen Denkens und hoher Idealität zu gleicher Zeit darstellt. Und weiter müssen wir hier an *Julius Robert Mayer* erinnern, welcher gleicherweise vom Drang zum Naturerkennen und zum Übersinnlichen ergriffen, zeitlebens zwischen dem einen und dem anderen hin- und herschwankend, sich weder wie *Faraday* genügend von den jeweiligen Kontrastvorstellungen loslösen, noch wie *Fechner* diese untereinander in Einklang zu bringen vermochte, und bei welchem dieser Konflikt sogar solche Dimensionen annahm, daß, als *Mayer* geisteskrank wurde, diese religiösen Skrupel an dem psychischen Leiden selbst beträchtlichen Anteil nahmen (s. hierzu die Schrift des Verfassers „Julius Robert Mayers Krankheitsgeschichte und die Geschichte seiner Entdeckung“, Berlin, Julius Springer, 1914). Während nun *Fechners* glänzende Synthese gewissermaßen den Gipfel aller intellektuellen Kraft bezeichnet und *Mayers* vergebliches schmerzliches Ringen nur allzusehr das Gepräge des Krankhaften an sich trägt, läßt *Faradays* maßvoller, aber von *Fechners* Standpunkt aus gesehen schwächerer Verzicht vielleicht wieder die Grenzen deutlicher erkennen, die dem leichter Erschöpflichen, der sich beschränken mußte, in der Anlage gezogen waren. Schwierigen psychologischen Problemen schlechtweg ist er aber darum nicht aus dem Wege gegangen. Schon 1818 hat er in einem öffentlichen kritischen populären Vortrag („Observations on the Inertia of the mind“) die Teilnahmslosigkeit der Vielen gegen den geistigen Fortschritt und höheres Streben zur Zielscheibe genommen und, indem er sie mit der Trägheit im physikalischen und chemischen Sinne analogisierte, sich in geschickter und verdienstlicher Art, wenn auch mit unzureichenden psychologischen Mitteln, auf einem ihm nicht eigentlich zugehörigen Boden bewegt, und 1853 hat er in die Diskussion über den Spiritismus in energisch gegen das okkulte Element polemisierender Weise eingegriffen.

*Faraday* kannte also die Mängel seines Geisteslebens zur Genüge, er überschätzte sie sogar wahrscheinlich zuzeiten und hielt sich, wenn auch nicht mit Unrecht, so doch oft allzusehr für krank.

In dem mehrfach erwähnten Briefe an seine Lehrerin bemerkt er auch an der einen Stelle, er habe bei manchen einfachen und ununterrichteten Leuten eine hocheufreuliche geistige (und ethische) Frische angetroffen, und er selbst neigte dazu, anzunehmen, daß lediglich die übermäßige intellektuelle Arbeit sein Leiden verschuldet habe. Nun ist *Faraday* immer außerordentlich tätig gewesen, und wie andere hervorragende Geister, so mochten wohl auch ihn seine Probleme in seine Mußstunden und Ruhepausen und gelegentlich bis in seinen Schlaf hinein verfolgen, aber trotzdem haben zweifellos auch sehr viele andere erlesene geistige Arbeiter gleich ihm ihre gesamte Zeit ihren Aufgaben gewidmet, ohne ähnlichen Beschwerden unterworfen zu sein, und viele von ihnen haben daneben noch andere wissenschaftliche Gebiete bearbeitet oder eine vielseitigere Wirksamkeit ausgeübt, sich weitgehend der Gesellschaft und Öffentlichkeit geopfert u. dergl. Dies alles fällt bei *Faraday* fort. Es ist eben wahrscheinlich, daß die eigentliche Quelle seines Nachlassens in der von Geburt gesteigerten nervösen Erschöpfbarkeit und in seiner Krankheit zu suchen ist.

Über die Grundlage der besonderen merkwürdigen wissenschaftlichen Anlage *Faradays*, seiner Begabung, soweit sie organisch begründet sein mag, läßt sich nichts Bestimmtes sagen. Selbst wenn *Möbius'* Beobachtung hinsichtlich des „mathematischen Organs“ ihre Richtigkeit hat, so ist doch zweifellos, daß hiermit die Beanlagung *Faradays* nicht erklärt ist, da diese Seite seiner Begabung nicht die Hauptsache trifft. Psychologisch ist für diese Frage dagegen wichtig das starke und nachhaltige Indietiefeschlagen der ersten entsprechenden intellektuellen Jugendeindrücke. Es kann sich hier sehr wohl um eine zeitweise abnorme affektive Aufnahmefähigkeit gehandelt haben, wie sie sich bei *Faraday* ja auch in dem merkwürdigen Fragezwang seiner Kinderjahre gezeigt hat, der in geringerem Grade übrigens für viele lebhaftere Kinder sozusagen in Form eines „kausalen Quärlulierens“ charakteristisch ist. Die abnorme Intensität dieses Zuges bei *Faraday* in konkreter Beziehung zu der besonderen Art der sich ihm bietenden ersten intellektuellen Reize legte dann ohne Zweifel mit den Grund zu der gesamten Denk- und Sinnesrichtung. Man kann, wenn man will, hierin etwas leicht Pathologisches sehen. Die Neurasthenie und die Arteriosklerose des Nervensystems hat ihm natürlich nur geschadet.

Schöne und eindrucksvolle Experimentalvorlesungen abzuhalten ist ein frühes, dringlich erschnittes Ziel *Faradays* gewesen, der demgemäß schon mit 24 Jahren eigene öffentliche Vorlesungen abhielt. In seinen Jugendjahren hat er in seinen Briefen an *Abbott* das Thema, wie ein fehlerloser Experimentalvortrag beschaffen sein müsse, in langen Auseinandersetzungen behandelt, und auch später ist er in

seinen Aufzeichnungen wieder hierauf zurückgekommen. Es trug hierzu bei, daß sein Lehrer *Davy* einen mangelhaften und unsorgfältigen Vortrag hatte, und der pedantische *Faraday* sagte später, er habe von ihm in vieler Beziehung gelernt, wie man es *nicht* machen müsse. Mochte ihm diese Äußerlichkeit anfangs auch als etwas besonders Erstrebenswertes vorgeschwebt haben, auf der Höhe seines Schaffens war sie ihm nichts als Mittel zum Zweck.

*Faraday* hielt sich als Forscher für eine vorwiegende oder ausschließliche „Tatsachennatur“. An *Becker*, der ihm Mitteilungen über den Fortschritt gewisser theoretischer Arbeiten in Deutschland hatte zugehen lassen, schreibt er am 25. Oktober 1860, er hätte sich niemals über etwas unterrichten können ohne direkte Anschauung, auch in betreff des Neuen in der Wissenschaft. „Wenn *Grove* oder *Wheatstone* oder *Gassiot* oder sonst jemand mir eine neue Tatsache mitteilte und mich um meine Meinung darüber befragte, über ihre Bedeutung oder Ursache oder eine Konsequenz, die vorliegen könnte, so konnte ich niemals etwas sagen, bis ich nicht selbst die Hergänge gesehen hatte. Aus demselben Grunde konnte ich niemals, wie andere Lehrer in sehr weitreichendem Maße tun, mit Hilfe von Studenten und Schülern arbeiten. Ich mußte immer alles selbst tun. Ich weiß sehr wohl, daß meine Anlage eine besondere ist (that my mind is peculiarly constituted), daß meine Auffassung mangelhaft ist (that it is deficient in appreciation) und ferner, daß diese Schwierigkeit infolge meines geschwächten Gedächtnisses sich gesteigert hat.“ Es scheint, daß *Faraday* hier zwei verschiedene psychische Momente nicht genügend auseinander gehalten hat. Daß er sich nicht gut die Arbeit anderer dienstbar machen konnte (auch *Tyndall* bestätigt dies, S. 19, l. c.), lag wohl daran, daß er sich nicht rasch und mühelos in wesentlich selbständige, wenn ihn auch sonst interessierende wissenschaftliche Gedankengänge hineinversetzen, zur gleichen Zeit immer nur eines festhalten konnte, und dies mit dem Nachlassen seines Gedächtnisses sogar immer weniger. Dies hängt wahrscheinlich mit seiner nervös begrenzten Schaffensart, vielleicht direkt mit seiner leichteren Erschöpfbarkeit zusammen. Daß er indes, um sich eine wissenschaftliche Meinung zu bilden, immer von Fakten ausgehen mußte, war nicht zutreffend; denn wir sehen, daß manche seiner Entdeckungen offenbar glücklichen Intuitionen ihre Entstehung verdanken<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Diese Entstehungsweise liegt z. B. bezüglich der Entdeckung der Magnetelektrizität (1831) vor, auf welche *Faraday* lediglich durch sein „fast zur Überzeugung gewordenen Dafürhalten, daß, wenn Elektrizität Magnetismus erzeuge, auch Magnetismus Elektrizität erzeugen müsse“, geführt wurde. Ebenso ging er 1834 an das Studium der Elektrolyse mit der fertigen Ansicht, daß „Elektrizität chemische Affinität und die chemische Affinität Elektrizität“ sei. Der Orientierung halber sei hier hinzugefügt, daß etwa um die letzte Zeit seine Gedächtnisschwäche einzusetzen be-

„Kaum jemals“, äußert sich *Helmholtz* in seiner Einleitung zu der Übersetzung von *Tyndalls* Buch über *Faraday* hierzu, „hat ein einziger Mensch eine so große Reihe wissenschaftlicher Entdeckungen von folgenscherwerster Bedeutung gemacht, wie *Faraday*. Die meisten derselben kamen vollkommen überraschend, wie durch einen unbegreiflichen Instinkt gefunden, zutage, und *Faraday* selbst wußte die Gedankenverbindungen, die ihn dazu geleitet hatten, auch später kaum in klaren Worten wiederzugeben.“ *Tyndall* sagt von ihm: „Vermischt mit mancherlei Dunklem und Verwirrtem zeigen sich zuweilen Blitze wunderbarer Einsicht und Äußerungen, welche weniger das Ergebnis des Nachdenkens als das einer plötzlichen Offenbarung zu sein scheinen“ (l. c. S. 73) und an anderer Stelle (ibid. S. 77): „*Faraday* war mehr als ein Naturforscher, er war ein Prophet und wurde oft von Eingebungen bewegt, welche nur ein ihm sympathischer Geist verstehen konnte. Zuweilen veränderte, ja schädigte das prophetische Element in seinem Charakter die Äußerungen des Gelehrten; ohne dieses Element jedoch wäre ihm die Triebkraft entzogen worden, auch wenn ein größeres intellektuelles Gleichgewicht dadurch bei ihm erlangt worden wäre.“

gann, und daß er deshalb schon im letztgenannten Jahre seine Sachverständigentätigkeit einstellte. Vor die Zeit seiner eigentlichen Erkrankung fallen also von seinen hervorragenderen Arbeiten diejenigen über die Diffusion und ein Teil derselben über die Kondensation von Gasen, über die Stahllegierungen und die Herstellung optischer Gläser sowie die meisten seiner chemischen Entdeckungen, auch die des Benzols, weiter die Untersuchungen über die elektrische und magnetische Induktion, über die Induktion durch den Erdmagnetismus (1832) und über das elektrische Leitungsvermögen. Dagegen sind anzusetzen in die Zeit nach dem Beginn seiner Erkrankung von hauptsächlich Studien außer den elektrolytischen jene über die galvanische und statische Elektrizität, über die Entladung des *Gymnotus electricus*, über die Einwirkung der Wärme bei Magnetismus, über die Elektrizität durch Reibung von Wasser und von Wasserdampf, über Magnetismus und Diamagnetismus (1845), über die Drehung der Polarisationssebene durch Magnetismus und elektrische Ströme (1846), über die Magnetkristallkraft, über den Magnetismus der Gase (1850 und 1855), über die magnetischen Kraftlinien und zur Theorie des Magnetismus (1851—1853), über die Leitungsgeschwindigkeit des Magnetismus (1857—1858).

Nach 1860 hörten seine experimentellen und eigentlichen wissenschaftlichen Arbeiten fast ganz auf, 1862 stellte er auch seine Vorlesungen wieder ein. Einen erheblichen Teil seiner Tätigkeit widmete er namentlich noch in den letzten Jahren dem „Trinity House“, einer Privatgesellschaft für die Anlage und den technischen Betrieb von Leuchttürmen, worüber er viele Berichte abgefaßt hat. Die Beratungen zur Technik und Technologie der Leuchttürme waren eine besondere Spezialität *Faradays* geworden. Es gab kaum eine Einzelheit in diesem Gebiete, vom optischen und Beleuchtungsapparat angefangen bis zum Blitzableiter, von der Trinkwasserversorgung und Ventilation bis zum Signalwesen und Anstrich, für welche er nicht wesentliche eigene Verbesserungen angegeben hätte. Sein Biograph und Arzt hat übrigens berichtet, daß die häufig nötigen, oft sehr anstrengenden Besuche entlegener Leuchttürme in seinem Alter gesundheitlich nachteilig auf ihn eingewirkt hätten.

Und *A. de la Rive* spricht sich in seiner Gedächtnisschrift *Faradays* (Notice sur *Michel Faraday*, sa vie et ses travaux, Genf, 1867) folgendermaßen über seine Anlage und Schaffensart aus (S. 9): „Begabt, wie er selbst angibt, mit großer Einbildungskraft, wagte er sich dort vor, wo viele andere zurückgewichen wären; sein Scharfsinn ließ ihn in Verbindung mit einem ausgezeichneten wissenschaftlichen Feingefühl das Mögliche ahnen, bewahrte ihn aber davor, sich im Phantastischen zu verlieren. Obgleich er nur nach dem Tatsächlichen strebte und sich nur ungern mit Theorien beschäftigte, wurde er trotzdem mehr oder weniger durch vorbereitete (*préconçues*) Ideen geleitet, die, mochten sie nun richtig oder unrichtig sein, ihn auf neue Wege brachten, wo er meistens fand, was er suchte, und manchmal auch, was er nicht suchte, wo er aber immer etwas Neuem, Wichtigem begegnete.“ Und er setzt hinzu, daß *Faraday* auch von der Gefahr frei blieb, nur das zu sehen, was er wünschte, oder zu übersehen, was er fürchtete.

Es wäre demnach gewiß von hohem Interesse, etwa aus den Aufzeichnungen *Faradays* die Entstehungsweise dieser Entdeckungen psychologisch zu rekonstruieren. An dieser Stelle soll zum Schluß noch kurz von einer besonderen Studiengruppe die Rede sein, durch deren Betrachtung das eben Gesagte zugleich auch in anderem uns hier berührenden Zusammenhange illustriert wird.

Schon um 1850 hatte *Faraday* darüber nachgedenken, ob nahe Beziehungen zwischen der Elektrizität und der Schwerkraft bestünden, und zwar nicht nur derart, daß beide Kräfte ineinander übergeführt werden könnten, im Sinne der Erhaltung der Energie (diese Erkenntnis war damals schon gewonnen, wurde allerdings erst später ganz geläufig), sondern dergestalt, daß beide Kräfte unmittelbar näher miteinander verwandt seien, etwa die Schwere eine besondere Form der elektrischen Bewegung sei. Er stellte nun eine Reihe Versuche an, welche jedoch sämtlich im Ergebnis negativ ausfielen. *Faraday* sprach sich aber schon damals dahin aus, daß dies seine starke Überzeugung nicht erschütterte, daß innere Beziehungen zwischen beiden Kräften vorhanden seien. Zehn Jahre später hat er dann dieser Ansicht nochmals energisch Ausdruck verliehen, trotzdem auch eine zweite Versuchsreihe über diese Verhältnisse damals resultatlos verlief. Beide Forschungsepisoden sind nun deutlich rein intuitiven Gepräges. Während der Arbeit an der ersten Reihe notiert er: „Alles das ist ein Traum . . . aber nichts ist so wunderbar, daß es nicht wahr sein könnte, wenn es nur mit den Naturgesetzen übereinstimmt“, und bei der neuen Bearbeitung heißt es (Notiz 15 804): „Schöpfen wir für den Versuch etwas mehr Mut mittelst etwas mehr Phantasie“, und bei Notiz 15 809: „let the imagination go“, mit dem Zusatz „guarding it by judgement“ usw. Hier tritt das phantastisch-kombinatorische Element der Schaffensweise

des Entdeckers, das Streben, mittels der Einbildungskraft sich von der Enge der bloßen Erfahrung loszulösen, deutlich zutage. Aber angesichts der Riesenhaftigkeit der Anlage ist dieses gewaltige Spielen mit Analogien vielleicht nicht viel weniger schwerwiegend als die sonstige induktive Kleinarbeit der Wissenschaft.

Es ist sogar von großem Interesse, bei diesem Beispiel gewissermaßen in den Mechanismus hineinzusehen, dem die Entdeckungen *Faradays* zu verdanken waren. Was ihm die starke Überzeugung gab, seine Theorie sei zutreffend, weiß er offenbar selbst nicht, aber es arbeitet unterbewußt beständig mächtig in ihm nach diesem Ziele hin, und dieses Herausheben seiner Ideengänge aus dem Unterbewußten ins Bewußte, wovon seine Notizen eben Stückwerk sind, machte bei ihm zuletzt die Erkenntnis frei, wohlgemerkt natürlich, wenn er auf der richtigen Spur war. Inwieweit dies bei letzterem Gegenstand der Fall war, wissen wir freilich nicht, aber man wird auch nicht mit Sicherheit bestreiten können, daß es möglich gewesen ist. Auch den Bericht über die zweite Versuchsreihe schließt er: „Obgleich diese Ergebnisse negativ sind und obgleich der wahre Sachverhalt so liegen kann, daß keine der Beziehungen vorhanden ist, nach denen ich geforscht habe, so kann ich dies dennoch nicht für endgültig ansehen.“ So sehr drängte ihn die wissenschaftliche Ahnung.

Der Bericht über die zweite Versuchsreihe über die Beziehungen von Schwere und Elektrizität wurde auf Ansuchen von anderer sachkundiger Seite von der Veröffentlichung zurückgezogen, wie es heißt, in Anbetracht des Umstandes, daß er nur negative Resultate enthielte. Dies ist einigermaßen verwunderlich, insofern es sich um die Arbeit eines der unbestritten führenden Geister seines Gebietes handelte, und zwar auf einem Felde, das sozusagen seit einer nach Jahrhunderten zu bemessenden Spanne Zeit fast ganz brach gelegen hatte. Man kann sich diesen Vorgängen gegenüber der Vermutung nicht ganz erwehren, daß die fachkundige Mitwelt in Erwägung der seit langem offenkundig mangelhaften psychischen Gesundheit und der Wunderlichkeit des Entdeckers, vielleicht auch der Beschaffenheit gerade dieses Problems, dessen Konsequenzen ungeheuerlich erscheinen konnten, die geistige Schädigung des Urhebers als tiefergehend angenommen hat, als es zu dieser Zeit tatsächlich der Fall gewesen ist. Ähnliches ist bekanntlich in der Geschichte der neueren Physik nicht vereinzelt geblieben.

## Eine Darstellung der Physik für gebildete Laien.

Von Prof. Dr. A. Byk, Berlin.

Mitten in den Stürmen des Weltkrieges wird das monumentale Sammelwerk „Die Kultur der Gegenwart“ als ein Bekenntnis zu der jetzt so



vielfach bestrittenen Einheit der Weltkultur fortgesetzt. Das laufende Jahr bringt uns in diesem Rahmen eine Darstellung der Physik unter dem Titel: *Die Kultur der Gegenwart*, herausgegeben von *Paul Hinneberg*. III, 3, 1, Physik, unter Redaktion von *E. Warburg*. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1915. VIII, 762 S.

Von 32 Mitarbeitern, unter denen sich zum großen Teile erste Namen der deutschen Physik befinden, wird hier dem breiten Publikum der Gebildeten Wesen und Zweck der Physik auseinandergesetzt. So erwächst dem abgleichenden Herausgeber die doppelte Aufgabe, trotz der Vielfältigkeit der Mitarbeiter und der Leser die Einheitlichkeit der Darstellung zu wahren. Was kann man einem größeren Kreise an Physik bringen, wenn man infolge der schriftlichen Darstellung auf das Experiment und wegen mangelnder Vorkenntnisse auf den mathematischen Apparat, wenigstens zum allergrößten Teile, verzichten muß? Drei Gesichtspunkte sind es, die auch ohne diese einen Königsweg in die Physik eröffnen: die historische Darstellung, die Schilderung der Methode ihrem Prinzip nach und die Anwendungen in der Technik sowie auf tellurische und kosmische Vorgänge.

Die historische Richtung findet ihren äußerlichen Ausdruck schon in einigen Kapitelüberschriften wie: Entwicklung der Thermodynamik (*Henning*), der Elektrizitätslehre (*Richarz*), der Wellenlehre des Lichtes (*Wiener*), Entdeckungsgeschichte der Radioaktivität (*Elster* und *Geitel*). Aber wie hier die Geschichte der Physik als Unterrichtsmittel benutzt wird, geht am besten aus einzelnen Beispielen hervor. Wenn in der Mechanik (S. 17) (*Wiechert*) eine verunglückte Erklärung *Newtons* für den Laplaceschen Faktor der Schallgeschwindigkeit gegeben wird, die die thermische Seite des Problems nicht berücksichtigt, so sieht der Leser, daß auch erste Köpfe nicht gleich von vornherein auf eine ihn natürlich zunächst fremd anmutende Verbindung von Akustik und Wärmelehre gekommen sind; er wird diesen Zusammenhang williger durchdenken, wenn er merkt, daß ihn auch die Wissenschaft erst in jahrhundertelanger Entwicklung gewonnen hat. Wie wohl geborgen muß das Schicksal der Wahrheit erscheinen, wenn man bedenkt, daß selbst falsche Annahmen in der Hand des begabten Forschers zu großen Entdeckungen geführt haben; so entdeckt *Becquerel* die Radioaktivität auf Grund des vermeintlichen Zusammenhanges zwischen Fluoreszenz und Röntgenstrahlung (S. 479), *Huygens* (S. 531) verwirft die Emissionstheorie des Lichtes, weil angeblich keine Teilchen sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegen können, und *Carnot* (S. 119) stellt, trotzdem er noch in der Stoffauffassung der Wärme befangen ist, die Theorie der Dampfmaschine auf. Wie überraschend und aufklärend wirkt die Entdeckung *Fouriers* (S. 86), daß die beiden Erklärungen der Klangfarbe durch Obertöne und

durch die Schwingungsform im Grunde identisch sind. Wie klar erscheint dabei der physikalische Sinn der *Fourierschen* Zerlegung, ohne daß es irgendwelchen mathematischen Apparates bedarf. Ganz ähnlich wirkt die Entscheidung des Streites über die Lage der Lichtschwingungen zur Polarisationssebene durch die elektromagnetische Lichttheorie (S. 566), wonach beide Parteien recht haben, je nachdem man den elektrischen oder den magnetischen Vektor als den Lichtvektor ansieht.

Die Methoden der Physik sind Gegenstand zweier selbständiger Kapitel, und zwar werden die experimentellen von *Warburg* unter dem Titel: „Verhältnis der Präzisionsmessungen zu den allgemeinen Zielen der Physik“ und die theoretischen von *Voigt* im Abschnitt: „Phänomenologische und atomistische Betrachtungsweise“ behandelt. Sehr instruktiv ist dabei die Einteilung der empirischen Konstanten in materielle Realisationen willkürlicher Maße, wie das Ohm, universelle Konstanten und Funktionen, wie die Gravitationskonstante, und Materialkonstanten und Materialfunktionen. Die Schwierigkeiten, die in der richtigen Vergleichung des Wertes zweier Materialkonstanten derselben Art liegen, werden dem Leser in der Wärmestrahlung klar, wo nach *Rubens* (S. 200) weder die Einteilung nach Wellenlängen, noch die nach Schwingungszahlen, sondern erst diejenige nach Oktaven ein zutreffendes Bild von der Bedeutung der einzelnen Spektralgebiete gibt. Auch die Bemerkungen über die Methodik der theoretischen Physik beschränken sich keineswegs auf den Artikel von *Voigt*; z. B. finden die idealen Prozesse in der Theorie der Wärmestrahlung (*W. Wien*, S. 212) und die Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen in der Radioaktivität (*Meyer* und *v. Schweidler*, S. 509) ihre Stelle. Die wichtigste Methode der theoretischen Physik, die mathematische Analyse, besonders soweit sie Infinitesimalrechnung erfordert, kann natürlich nur in Andeutungen gebracht werden. So wird (S. 161) die Formel von *Clapeyron* erwähnt, aber nicht angegeben; in der Wärmeleitung (*Jäger*, S. 185) wird die Behandlung des Problems mit Hilfe von Differentialgleichungen und Grenzbedingungen angedeutet; bei den verschiedenen Fassungen des Prinzips der kleinsten Wirkung (*Planck*, S. 694) wird zwischen seinen Differential- und Integralformen unterschieden, und es wird (S. 693) als beziehungsreicheres Variationsprinzip im Gegensatz zu dem nur eine einzige Gleichung liefernden Energieprinzip charakterisiert. Am leichtesten erscheint die Darstellung der Theorie ohne mathematischen Apparat da, wo sie historisch zuerst, bei *Faraday*, auch ohne solchen aufgetreten ist, nämlich in der Elektrodynamik; das wird deutlich an den Ausführungen von *H. A. Lorentz* (S. 313) über stauungsfreie Elektrizitätsbewegung und durch die Bemerkung (S. 315), daß die elektrische Energie durch das halbe Produkt von Kraft und Verschiebung gemessen wird; aber auch an anderen Stellen, so wenn in der Quantentheorie

rie (S. 415) von der Festigkeit eines Freiheitsgrades die Rede ist, und wenn eine Braunsche Röhre (S. 452) als ein trägheitsloses Galvanometer bezeichnet wird.

Mag für diese erkenntnistheoretischen Zusammenhänge vielleicht auch nur ein Teil des physikalischen Laienpublikums empfänglich sein, so hat doch wohl jeder Gebildete Verständnis für die Anwendungen der Physik. An geophysikalischen Folgerungen sei der Kreislauf des Wassers erwähnt (S. 157), der an den Verdampfungsprozeß anknüpft, sowie die genetische Vergesellschaftung der Radioelemente (S. 483) auf geologischer Lagerstätte. Von astrophysikalischen Anwendungen tritt jetzt neben die ältere, allgemeine Spektralanalyse (*Exner*, S. 618) noch die in das feinere Detail gehende Benutzung des Zeeman-Effekts (S. 644). Endlich sei der zum Nachdenken anregenden biologischen Bemerkung (S. 192) von *Rubens* über den Zusammenhang zwischen der spektralen Energieverteilung der Sonne und der spektralen Empfindlichkeitsverteilung des Auges gedacht. Die technischen Anwendungen, die ja für die Physik den Stein im Brett der öffentlichen Meinung bilden, durchtränken natürlich das Werk von Anfang bis zu Ende. Da ist die Rede von der Akustik der Konzertsäle (S. 98), der Optik der Punktgläser (S. 603), vom pneumatischen Feuerzeug (S. 672), von Thermosflaschen (S. 182), vom Joule-Thomson-Effekt beim Lindeschen Luftverflüssigungsverfahren (S. 177) usw. Wirtschaftliche Gesichtspunkte treten (S. 674) bei der Berechnung der von einem Elektrizitätswerk den Konsumenten gelieferten Energie hervor, und recht originell wirkt die Deutung des Pointillismus in der Malerei (*Wiener*, S. 526) als einer additiven optischen Synthese.

Unter Betonung der erwähnten didaktisch wichtigen Gesichtspunkte erfolgt die Aufteilung der Physik in die üblichen Gebiete Mechanik, Akustik, Wärmelehre, Elektrizitätslehre und Optik, an die sich noch wie in den großen Kursusvorlesungen über theoretische Physik ein Abschnitt: Allgemeine Gesetze und Gesichtspunkte anschließt. Aber die Verteilung des Stoffes auf die einzelnen Gebiete zeigt doch manche Besonderheiten. Zunächst fällt die knappe Behandlung der Mechanik auf, die weniger als die Hälfte der Wärmelehre einnimmt. Vermutlich hängt dies mit dem beschränkten Interesse zusammen, das gerade ein Laienpublikum nun einmal leider für diesen grundlegenden Teil der Physik zu zeigen pflegt. Allerdings sind Teile der Mechanik, wohl um diese schmackhafter zu machen, in andere Kapitel hineingearbeitet, so die Dynamik kontinuierlich verbreiteter Massen in die Wärmelehre (was den Vorteil bietet, daß z. B. die Reibung der Flüssigkeiten sich ungezwungen einführen läßt) und die Lehre von den Schwingungen (*M. Wien*) in die Elektrizitätslehre im Anschluß an die drahtlose Telegraphie (*Braun*). Das Kapitel über Schwingungen bietet zugleich ein hübsches Bei-

spiel für die formale Gleichartigkeit von Vorgängen (Resonanz) in den verschiedensten Gebieten der Physik. Blitzartig werden auch für den Laien reizvolle Zusammenhänge beleuchtet, wenn (S. 396) der mechanischen Beschleunigungs-, Kraft- und Reibungskoppelung auf elektrischem Gebiete die magnetische, elektrische und galvanische Koppelung gegenübergestellt wird. Explizite wird dann das Verhältnis der einzelnen physikalischen Disziplinen in dem Schlußkapitel von *Planck* zum Ausdruck gebracht. Auch die Darstellung innerhalb der einzelnen Hauptgebiete der Physik bietet mancherlei Besonderheiten. So fällt in der Elektrizitätslehre auf, eine wie bescheidene Stelle der Galvanismus neben den umkehrbaren elektrischen Prozessen einnimmt; das elektrische Leitvermögen (*Starke*) tritt als ein degradierender Vorgang, als elektrisches Analogon der Hysterese (*Gumlich*, S. 349) zur Seite, und selbst das Ohmsche Gesetz erscheint nur als eine besonders einfache Form der Charakteristik für die Metalle.

Auf die Darstellung des Verhältnisses der einzelnen Disziplinen untereinander ist natürlich auch die Individualität des einzelnen Mitarbeiters von Einfluß. Mehrfach kommen die gleichen Gegenstände an verschiedenen Stellen zur Behandlung, so die Relativitätstheorie (*Wiechert* und *Einstein*), die Atomistik (*Dorn* und *Einstein*), die Schwingungen elektrischer Systeme (*Braun* und *M. Wien*), und dabei ist natürlich der leitende Gesichtspunkt ein wesentlich verschiedener. Aber es schadet nichts, wenn der Leser sieht, daß der Entwicklungsprozeß der Wissenschaft auch in der Gegenwart noch nicht abgeschlossen ist und auch jetzt noch hie und da verschiedene Auffassungen miteinander ringen. Wenn *Hasenöhl* (S. 689) die Gültigkeit des zweiten Hauptsatzes für die Organismen in Zweifel zieht, oder wenn *Planck* (S. 696) eine teleologische Deutung der Integralprinzipien in der Mechanik abwehrt, so fühlt man, daß hier in der Physik und an ihren Grenzen Probleme liegen, die jedem nahe gehen müssen, der die Kultur dieser so außerordentlichen Gegenwart in ihrer Totalität erfassen will.

## Besprechungen.

**Diels, Hermann, Antike Technik.** Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. VIII, 140 S., 50 Abbildungen und 9 Tafeln. Preis geh. M. 3,60, geb. M. 4,40.

Das Buch zeigt an ausgewählten Beispielen, daß das Altertum auch in seinem technischen Streben mit der modernen Zeit viel enger verknüpft ist als die dazwischen liegende Zeit des Mittelalters, und legt einige der zahllosen Fäden bloß, die teils sichtbar, teils unsichtbar die alte und die neue Welt verknüpfen.

Die Gegnerschaft zwischen den Vorkämpfern für eine vorwiegend naturwissenschaftliche Bildung und denen, die in der Kenntnis des klassischen Altertums allein die wirkliche Grundlage von Bildung und Wissen erblicken, ein Kampf, der während der letzten 50 Jahre

im Mittelpunkt der Unterrichtsfragen stand, beruhte nach *Diels* „auf einer bedauerlichen gegenseitigen Ignoranz und Halbbildung der beiden sich bekämpfenden Parteien. Die Humanisten kannten die reale Welt des Altertums zu wenig, um ihren Zusammenhang mit den heutigen Realitäten zu begreifen, und die Gegner wiederum wollten von der antiken Hemisphäre unserer europäischen Kultur nichts wissen, weil sie natürlich den Realismus des Altertums noch weniger würdigen konnten als die Humanisten, und weil sie dessen Formalismus und Idealismus, den diese allein schätzten, verabscheuten. Aber die Abneigung, die auf Nichtwissen beruht, verschwindet von selbst, sobald das bessere Wissen sich einstellt.“

Das *Diels*sche Buch ist in der Tat geeignet, dieses bessere Wissen zu vermitteln. In fünf Vorträgen faßt es das Gebiet der antiken Technik zusammen, ein einleitender Vortrag von der Marburger Philologenversammlung 1913 gibt in großen Zügen einen Überblick über das gegenseitige Verhältnis von Technik und Wissenschaft im Altertum. Die fünf Vorträge über einzelne Gebiete der Technik handeln von antiken Türen und Schlössern, von Dampfmaschinen, Automaten und Taxametern, von der antiken Telegraphie, von der antiken Artillerie und von der antiken Chemie. *Diels* zeigt in dem einleitenden Vortrage an einigen besonders lehrreichen Beispielen, wie vollständig Wissenschaft und Praxis einander befruchten. Von *Thales*, den die Legende bald als weltvergessenen Sterngucker darstellt, der bei seinen nächtlichen Himmelsbeobachtungen in den Brunnen fällt, bald als berechnenden Kaufmann, der die Ölkonjunktur schlau auszunützen versteht, erhielt sich bis zu *Herodot* das Gerücht, er sei von Krösus vor der Schlacht bei Halys zur Ableitung des Stromes herangezogen worden. Die Geschichte freilich läßt das lydische Heer auf den gewöhnlichen Brücken über den Hellespont rücken, jedenfalls hat die Legende im 5. Jahrhundert dem berühmten Astronomen solche Künste der Wasserbautechnik zugetraut. Wir wissen jetzt, daß Xerxes die berühmten Schiffsbrücken über den Hellespont durch Harpolis herstellen ließ, der zwischen der zweiten Hälfte des 6. und der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts gelebt haben muß. Schon vor Xerxes hatten jonische Techniker Ähnliches geleistet, denn *Herodot* berichtet über eine Schiffsbrücke, die Dareios im Feldzuge gegen die Skythen bei Byzanz über den Bosporus hatte schlagen lassen. Aber ein noch ganz anderes Werk der Ingenieurkunst schildert *Herodot* in der (durch deutsche Forschungen wieder entdeckten) Wasserleitung des Eupalinos: in einem kilometerlangen Tunnel wurde sie durch den über Samos sich erhebenden Berg Kastro aus der jenseits des Berges liegenden Quelle in die Stadt geführt. Genau wie bei heutigen Tunnelbauten, wurde der Durchstich von beiden Seiten zugleich vorgenommen, nachdem die Richtungslinie dafür geometrisch festgelegt war. *Heron* hatte eine schematische Bearbeitung des Nivellements gegeben, das durch eine Reihe von rechtwinkligen Koordinaten und durch Dreieckskonstruktionen festgelegt wird. Er schließt mit den Worten: „Wird der Tunnel auf diese Weise hergestellt, so werden sich die Arbeiter von beiden Seiten treffen.“ Diese Leistung des Eupalinos gestattet einen Schluß auf den hohen Stand der technisch-mathematischen Bildung jener Zeit und auf die Einsicht des Polykrates, der die Mittel zur Durchführung des Planes gewiß nicht bewilligt hätte, wenn man in Samos damals (um die Mitte des 6. Jahrhunderts) nicht von der Durchführbarkeit überzeugt ge-

wesen wäre. Die Kultur von Samos muß also die wissenschaftliche Grundlage geliefert haben, die es gestattete, die Wasserleitung mitten durch den Berg zu legen. — Die maßgebende Rolle, die die Mathematik in der Technik zu spielen anfang, griff bald auf andere Gebiete über. *Perikles* ließ einen neuen Plan des Piräus entwerfen, rechtwinklig sich kreuzende Straßen, nach den Himmelsrichtungen orientiert, sollten zugleich der mathematischen Regelmäßigkeit wie der Hygiene dienen. Dieses System hat auch noch im folgenden Jahrhundert bei allen Neuanlagen den Sieg davongetragen, und Priens, dessen Plan im 4. Jahrhundert entworfen und mit unerhörter Willkür der widerstrebenden Natur aufgezwungen ist, zeigt einen Stadtplan, der denjenigen moderner amerikanischer Städte vorwegnimmt. Auch in die Plastik fand die Mathematik Eingang, und zwar vor allem durch *Polyklet*, dessen Stabträger (*Doryphoros*) als Polyklets Kanon jedem Kunstfreund bekannt ist. Die Symmetrie des Kanons paßte nun zwar nicht für die Darstellung des Menschen, aber sie bewährte sich beim Bau der antiken Geschütze. Der älteste Artillerieschriftsteller, dessen Werk uns erhalten ist, ist der Mechaniker *Philon*, der seine Anweisung zum Bau der Geschütze mit einem Hinweis auf *Polyklet* beginnt, und die alexandrinischen Ingenieure hatten auf Grund der Philonschen Lehre eine Formel gefunden, die für den Bau der Wurfmaschinen ausschlaggebend wurde. Zu ihrer Konstruktion war eine tüchtige mathematische und technische Vorbildung erforderlich. In dieser Verbindung ist vor allem *Archytas* von Tarent zu nennen, der aus der Schule der Pythagoräer hervorgegangen war. Er war der erste Mathematiker, der besonders die Mechanik wissenschaftlich ausbaute und sich auch praktisch mit mechanischen Aufgaben beschäftigte, neben ihm der Mechaniker *Zopyros*, dem ein armbrustähnliches Gewehr zu verdanken ist, aus dem dann die verschiedensten Arten von Wurfmaschinen hervorgehen. Den Gegensatz zu diesen Erzeugnissen der Kriegstechnik bilden die für die Heilkunde geschaffenen Instrumente, die sich von den zum Teil recht künstlichen chirurgischen Maschinen zur Einrenkung von Gliedern bis zu den uns zahlreich erhaltenen wundervoll gearbeiteten ärztlichen Bestecken über das ganze Gebiet der Heilkunde erstrecken; die Feinmechanik stellte damals sogar eine Taschenwasseruhr her, mit der der Arzt *Herophilos* die Fiebertemperatur maß.

Auch die astronomische Wissenschaft erzog die alexandrinische Mechanik zu außerordentlichen Leistungen. Dabei ist es erstaunlich, wie gering außerhalb der Fachwissenschaft das Interesse, das damals an den technischen Erfindungen und an der Persönlichkeit des Erfinders genommen wurde, ist. In der Antike, wenn man von der Medizin und der Militärtechnik absieht, ist nichts zu finden, und selbst auf diesen Gebieten sind große Namen spurlos verschwunden, wie z. B. der Name des früher erwähnten Erbauers der Brücke des Xerxes, dessen Name nur ein zufällig erhaltener Papyrusfetzen kürzlich enthüllte. Selbst *Archimedes* von Syrakus wurde von seinen Mitbürgern bald vergessen und erst *Cicero* zeigte ihnen das völlig überwucherte und vergessene Grabmonument, und tatsächlich ist erst das Interesse, das die Römer um die römische Geschichtsschreibung an ihm nahmen, die Veranlassung für die Griechen gewesen, seine Schriften zu erhalten.

Unter den Aufsätzen, die sich mit den Einzelfragen aus der Technik beschäftigen, nimmt im Augenblick

der über die antike Artillerie das meiste Interesse in Anspruch. Um die antiken Geschütze aufs neue nachzubauen, haben sich im vorigen Jahrhundert zu drei verschiedenen Malen Philologen und Offiziere vereinigt, und schließlich ist es geglückt, an praktischen Modellen zu zeigen, was die damaligen Kriegsmaschinen leisten konnten. Zu denen, die sich für diese Frage besonders interessierten, gehörte auch Napoleon III. Aber nach dem, was *Diels* darüber berichtet, sind die großen Geschützmodelle, die noch heute im Museum St. Germain zu sehen sind, nicht viel mehr als Phantasiekonstruktionen. Um die Jahrhundertwende sind aber die von dem Preußischen Abgeordnetenhaus und von der Gesellschaft für Lothringische Geschichte in Metz unterstützten Bestrebungen zu besseren Resultaten gelangt. Schon 1904 konnten dem Kaiser drei Wurfmaschinen in Metz vorgeführt werden, die in ihrer Wirkung den antiken Berichten entsprechen und bis jetzt die beste Rekonstruktion der alten Geschütze darstellen. Überreste antiker Geschütze haben sich nicht gefunden, da diese hauptsächlich aus Holz gebaut waren, wohl aber deren Geschosse, und zwar sowohl Kugeln wie Wurfpeile. Die alten Geschütze haben sich aus dem Bogen entwickelt, und die bewegende Kraft für die Geschosse im Altertum ist stets die gespannte Sehne gewesen. Auf die einzelnen Konstruktionen soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden, aber besondere Hervorhebung verdient eine Erfindung, die wir im Prinzip in der Mitrailleur und dem Maschinengewehr wiederfinden. Das Geschütz wird wie üblich gespannt, und bei der Absendung jedes einzelnen Schusses fällt ein neuer Pfeil in die Schußrinne. (Über der Pfeilrinne und parallel dazu steht ein mit Pfeilen gefüllter Kasten, der parallel zur Pfeilrinne im Boden eine spaltartige Öffnung hat. Durch diesen Spalt fällt der Pfeil in einen zwischen Pfeilrinne und Kasten befindlichen Zylinder, der sich durch jeden Abschuß um seine zur Pfeilrinne parallele Längsachse dreht und dadurch nach jedem Schuß einen Pfeil in die Pfeilrinne liefert.)

Besonders unterhaltend ist das Kapitel über Dampfmaschine, Automat und Taxameter, die, soweit sie dem Altertum entstammen, auf *Heron* von Alexandrien zurückgehen (wahrscheinlich im 2. Jahrh. n. Chr.). Von seinen eigenen Erfindungen abgesehen, ist er für die Geschichte deswegen besonders wichtig, weil er einen großen Schatz antiker Physik und Technik wörtlich beschrieben hat, der seit der Renaissance unsere moderne Mechanik vielseitig angeregt und befruchtet hat. *Herons* Name ist im Schulunterricht mit dem Heronsball und der Äolipile verknüpft. Es stammen auch zwei Vorrichtungen von ihm, die erst in der neuesten Zeit eine ungewöhnliche Bedeutung für den Verkehr gewonnen haben: der Taxameter und der Warenautomat. Der Taxameter (Taxenmesser) heißt bei *Heron* Hodometer, d. h. Wegmesser. Die Ausführung weicht zwar im einzelnen von der der heutigen Instrumente ab, aber das Prinzip, auf dem es beruht, ist dasselbe. Und dasselbe gilt von *Herons* Weihwasserautomaten, der das Vorbild unserer Schokoladen- und Billetautomaten geworden ist. Im Altertum stand dieser Apparat vor den Tempeln, um das Weihwasser nach Einwurf eines Kupferstückes (*Heron* benutzt als Normalstück ein Fünfdrachmenstück, das ca. 18 g wog) auf die Hände des Tempelbesuchers herabrieseln zu lassen. „Der Erfinder dieses alten Tempelwunders“, so schreibt *Diels*, „hat sich gewiß nicht träumen lassen, daß seine Idee, etwas vervollkommen, den ganzen modernen Kleinverkauf umgestalten würde. Es

ist nicht bekannt, ob der moderne Erfinder der Automaten — die ersten Verkaufsautomaten konstruierte im Jahre 1885 *P. Everitt* in London — *Herons* Buch direkt benutzt hat, aber da das Buch die ganze neuere Mechanik direkt und noch mehr indirekt beeinflußt hat, so ist ein Zusammenhang wohl möglich, namentlich in England, wo die klassische Bildung noch mehr als sonst das Zeichen des gebildeten Mannes ist, und eine moderne englische Übersetzung, die durch das Zusammenwirken eines Philologen und eines Maschineningenieurs entstanden ist, die antiken Ideen mehr verbreitet hat als bei uns.“

Sehr viel Unterhaltendes enthält auch das Kapitel über die antike Telegraphie. Optische Telegraphie und Fackeltelegraphen, Briefftauben und Wassertelegraphen ziehen in bunter Reihe an dem Leser vorüber. Besondere Erwähnung verdient eine Vorrichtung, Geheimbotschaften zu übermitteln, die verschiedene griechische Staaten, wie Sparta und Itbaka, offiziell zur Anwendung brachten: die *Skytale*, zwei völlig gleich gearbeitete runde Stäbe, von denen man den einen Stab in dem Archiv verwahrte, während man den andern dem Beamten mitgab, mit dem man Depeschen wechseln wollte. Die Depesche selbst schrieb man auf einen Lederstreifen, den man spiralförmig um den Stab gewickelt hatte. Zieht man ihn ab, so ist die Schrift zusammenhanglos und für den Uneingeweihten nicht lesbar. Der fern weilende Beamte aber wickelte den Lederstreifen um seine *Skytale*, dann ordneten sich die Buchstaben wieder in die ursprüngliche Reihe und machten die ursprüngliche Schrift mühelos lesbar. — Auch zwei vollkommen gleich gearbeitete Wasseruhren wurden zur Übermittlung von Geheimbotschaften, und zwar besonders in Afrika und Sizilien, verwendet. Übrigens waren die Wasseruhren auch in Griechenland zu jener Zeit allgemein verbreitet. Sie wurde *Klepsydra*, Wasserstehler, genannt, weil man das Wasser durch ein Loch oder ein feines Sieb, das den Boden eines bauchigen Gefäßes bildet, unbemerkt von unten aus dem Brunnentrog entnehmen konnte. Das Gefäß mündete oben in einen engen Hals, dessen feine Öffnung man mit dem Daumen schließen konnte. Diese Wasseruhren wurden auf ein bestimmtes Quantum Wasser geeicht und bei Gerichten verwendet. Solange die Wasseruhr lief, durfte der Ankläger sowohl als der Angeklagte reden. Wurden Zeugen vernommen, so wurde der Daumen auf die Wasseruhr gehalten und dadurch der Ausfluß gehemmt, weil dieser Teil der Verhandlung den Parteien nicht angerechnet wurde.

Eine große Fülle interessanter und wissenschaftlicher Einzelheiten enthält auch das Kapitel über die antike Chemie, so das Rezept für die Nachahmung des echten Purpurs durch billige Surrogate und für die Erzeugung von Legierungen an Stelle von Silber oder anderen edlen Metallen, ferner die Vorschriften, die sich mit Perlen und Edelsteinen beschäftigten, und nicht nur zu deren Reinigung und Polierung, sondern vor allem zu deren Nachahmung. Es würde zu weit führen, noch weiter auf Einzelheiten einzugehen, und wir brechen ihre Aufzählung hier ab, da wir nichts Besseres tun können, als das überaus belehrende und im besten Sinne unterhaltende Buch allen denen zu empfehlen, denen die Beschäftigung mit der antiken Kultur mehr bedeutet als das, was die eingefleischten Gegner der humanistischen Bildung darin sehen.

A. Bertiner, Berlin.

## Chemische Mitteilungen.

**Über Brennstoffe und Motorentreibmittel in Kriegzeiten** macht Dr. *Aufhäuser* in der *Chemiker-Zeitung* 1915, S. 545, interessante Mitteilungen. Die Bedeutung der Brennstoffe im neuzeitlichen Kriege ist darin begründet, daß der Krieg großer bewegender Kräfte bedarf, die unabhängig von Ort und Zeit sind. Nicht nur die Kriegsschiffe, Lokomotiven, Kraftwagen und Luftfahrzeuge, sondern auch die für den Heeresbedarf in der Heimat arbeitenden Gewerbe und Industrien bedürfen der Brennstoffe. Die Brennstoffversorgung Deutschlands war bei Ausbruch des Krieges sehr gut gerüstet, zumal man sich in den letzten Jahren sehr eingehend mit den Brennstoffen und der besten Form ihrer Verwertung befaßt hat. Die auf möglichst umfangreiche Verkokung der Kohlen gerichteten Bestrebungen haben durch die zunehmende Bedeutung der Verbrennungsmotoren eine weitere Förderung erfahren, besonders hat aber der Krieg in dieser Hinsicht belehrend gewirkt, weil er die große Wichtigkeit der inländischen Erzeugung der notwendigsten Rohstoffe gezeigt hat.

Deutschlands Steinkohlenerzeugung steht der Menge nach zwar an dritter Stelle, hinsichtlich der technischen Durchführung aber unzweifelhaft an erster Stelle. Unsere Überlegenheit zeigt sich namentlich in der Herstellung von Koks und Briketts, die vor dem Kriege nach zahlreichen Ländern ausgeführt wurden. Da die Nebenprodukte der Verkokung (Benzol, Teeröl, Ammoniak) gerade in Kriegzeiten wichtig\* sind, muß die Kokerei während des Krieges mindestens in demselben Umfang wie in Friedenszeiten aufrecht erhalten werden, und zur Vermeidung einer Anhäufung des Kokes muß jeder Kohlenverbraucher sich darauf einrichten, einen Teil seiner Kohle durch Koks zu ersetzen. Bei der Verwendung von Koks in industriellen Feuerungen ist nun zu berücksichtigen, daß sich der Koks hinsichtlich seiner Entzündung und Verbrennung anders verhält als Kohle. Wo die Verfeuerung von Koks allein Schwierigkeiten bereitet, kann man ihn mit Kohle mischen; hierzu eignen sich jedoch nur die älteren Kohlenarten. Auch die Braunkohlenbriketts, deren Erzeugung in den letzten Jahren stark zugenommen hat, bilden in Kriegzeiten einen wertvollen Bestandteil unserer Brennstoffversorgung. Die flüssigen Brennstoffe sind erst im letzten Jahrzehnt durch die Entwicklung der Verbrennungsmotoren zu größerer Bedeutung gelangt. An Stelle des ausländischen Gasöls und Benzins, die vor dem Kriege mit Vorliebe für den Betrieb dieser Motoren verwendet wurden, haben wir in den Teerölen und dem Benzol vollwertige einheimische Ersatzstoffe geschaffen. Die Schwierigkeiten, die die Verwendung dieser Stoffe anfangs bereitete, sind heute vollkommen überwunden, und namentlich ist auch das gegen den Automobilbetrieb mit Benzol bestehende Vorurteil durch den Krieg völlig beseitigt. So darf man denn hoffen, daß die deutsche Brennstoffindustrie durch den Krieg eine beschleunigte Entwicklung ihrer Zukunftspläne erfahren wird, wie sie in Friedenszeiten vielleicht erst in Jahrzehnten erreicht worden wäre.

**Über die elektrische Aktivierung des Stickstoffs** hat A. *König* umfassende Untersuchungen ausgeführt, über die er in der *Zeitschr. f. Elektrochemie* 1915, S. 267—286 berichtet. Die Ansicht, daß eine besondere, chemisch aktive Modifikation des Stickstoffs existiert, wurde zuerst von *Strutt* ausgesprochen, und zwar auf

Grund der Beobachtung, daß das Nachleuchten, das man beim Durchgang elektrischer Funken durch Stickstoff von niedrigem Druck wahrnimmt, auf eine chemische Reaktionsfähigkeit des Stickstoffs zurückzuführen ist. Die Angaben *Strutts* fanden ihre Bestätigung durch die Versuche des Verfassers, die zu folgendem Ergebnis führten: Durch elektrische Entladungen, und zwar sowohl durch Funken als auch durch Gleichstromglimmbogen, kann reiner Stickstoff aktiviert werden. Dieser Stickstoff betätigt seine Aktivität bei geeignetem erniedrigten Gasdruck und nicht zu kleiner Strömungsgeschwindigkeit gegenüber Stoffen, welche ihm nachträglich zugemischt werden, *ohne mit der Entladung in Berührung zu kommen*. *Strutts* Annahme der Existenz einer besonderen aktiven Modifikation des Stickstoffs darf somit als wohlbegründet angesehen werden, ebenso wie seine Hypothese, daß diese Modifikation aus einatomigen Molekülen, also aus freien Stickstoffatomen besteht. Auch bei völligem Versagen jeder Reaktion auf Sauerstoff oder Stickoxyde vermag Stickstoff bei niedrigem Druck nach Durchgang elektrischer Entladungen nachzuleuchten. Das Nachleuchten wird ungünstig beeinflusst durch Spuren von Metaldampf oder -staub, welche durch Bildung von Nitriden sowie durch katalytische Wirkung den Stickstoff entaktivieren und auch a priori nur eine geringere Aktivierung des Stickstoffs erreichen lassen. Spuren von Sauerstoff können durch Oxydation des Metalls diese schädliche Wirkung zum Teil beseitigen. Aktiver Stickstoff aus dem Gleichstrombogen reagiert mit Äthylen, Azetylen, Pentan, Stickoxyd und Metallen, aber nicht mit Wasserstoff, Methan, Wasserdampf, Sauerstoff und Ozon. Reiner Sauerstoff zeigt nach Durchgang elektrischer Entladungen bei niedrigem Gasdruck ein schwaches Nachleuchten; das nachleuchtende Gas bildet mit aktivem Stickstoff Stickoxyd. Dies ist der erste Nachweis einer Stickoxydbildung aus den Elementen bei niedriger Temperatur außerhalb einer elektrischen Entladung. Bei Atmosphärendruck findet die Reaktion nur innerhalb der Entladungsbahn statt. Der Nachweis von aktivem Wasserstoff außerhalb der Entladungsbahn ist unter den angewandten Versuchsbedingungen nicht geglückt; anscheinend geht die in der Entladung zweifellos erzeugte Aktivität des Wasserstoffs viel rascher zurück als die des Sauerstoffs oder gar die des Stickstoffs.

**Über optische Untersuchungen an verfestigten Gasen** hat W. *Wahl* in den letzten Jahren in den *Proceedings of the Royal Society* interessante Mitteilungen gemacht, die nun auch in deutscher Übersetzung vorliegen. Bei diesen Versuchen waren erhebliche experimentelle Schwierigkeiten zu überwinden, und es mußte zunächst ein Apparat konstruiert werden, der das Auskristallisierenlassen der Substanz in sehr dünner Schicht zwischen einem Objektträger und einem Deckglas unter dem Polarisationsmikroskop gestattet. Nach mehreren Versuchen gelang es, aus zwei runden Quarzplatten von 15 mm Durchmesser und 0,8 mm Dicke ein kleines, äußerst enges Gefäß mit polierten Oberflächen herzustellen. Die Oberflächen hatten einen Abstand von 0,05 mm aufwärts und der dazwischen liegende Raum war nahezu planparallel; an dieses flache Gefäß wurde eine Quarzglasröhre angeschmolzen, die zum Einfüllen der Substanz diente. Um das Gefäß mit dem zu untersuchenden Gas zu füllen, wurde ein T-Stück an dem Hals des Gefäßes befestigt und die beiden anderen Enden des T-Stücks mit dem Gasbehälter sowie mit einer Luftpumpe verbun-



den. Nachdem der Apparat luftleer gemacht war, wurde er von der Pumpe abgeschmolzen und das Gas aus dem Gasbehälter eintreten gelassen. Durch Kühlung in einem flüssigen Luft enthaltenden versilberten Vakuumgefäß wurde das Gas zwischen den Platten des Beobachtungsgefäßes zunächst verflüssigt und dann durch weitere Abkühlung in den festen Zustand übergeführt. Die gebildeten Kristalle wurden mittelst eines Polarisationsmikroskops durch Schlitze hindurch, die in der Versilberung des Vakuumgefäßes angebracht waren, beobachtet. Zur Herstellung von kristallisiertem Stickstoff war ein etwas komplizierterer Apparat nötig, der im Original an Hand einer Skizze beschrieben wird. Mit Hilfe dieser Versuchseinrichtung wurden Stickstoff, Argon, Methan, Wasserstoff und Sauerstoff kristalloptisch untersucht, ferner einige bei gewöhnlicher Temperatur flüssige organische Stoffe. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist folgendes: Stickstoff kristallisiert im regulären System, ebenso Argon, Methan und Wasserstoff, Sauerstoff dagegen ist polymorph. Das System, zu welchem die Sauerstoffkristalle gehören, konnte infolge der Kleinheit und unregelmäßigen Gestalt der Kristalle nicht festgestellt werden, dagegen konnte die Umwandlung der einen Modifikation, einer glasigen Masse mit darin eingebetteten Kristallen, in die andere, eine feinkörnige Kristallmasse, deutlich wahrgenommen werden. Die Herstellung des festen Sauerstoffs erfolgte durch Abkühlung im Dampfe von verflüssigtem Wasserstoff, bei der Verfestigung des Wasserstoffs wurde flüssiger und fester Wasserstoff als Kühlmittel verwendet. Die Apparatur mußte für diese Versuche entsprechend abgeändert werden. Wegen der Einzelheiten sei auf das Original verwiesen. (*Zeitschr. f. physik. Chem.* Bd. 84, S. 101—122.)

**Über Versuche zur Herstellung von chemisch reinem Kalziumkarbid** berichten M. D. Thompson, L. R. Gonzales und K. B. Blake in der amerikanischen Zeitschrift *Chemical and Metallurgical Engineering* 1914, S. 779—780. Kalziumkarbid entsteht bekanntlich durch Zusammenschmelzen von Kalk und Kohle nach der Gleichung:  $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$ ; das auf diese Weise erhaltene technische Produkt ist stets durch Kalk und Kohle verunreinigt. Verfasser versuchten nun die Herstellung von chemisch reinem Karbid, indem sie reine Kohle auf metallisches Kalzium sowie auf Kalziumhydrid einwirken ließen. Die Kohle wurde teils durch Verkohlen von Zucker mit Schwefelsäure, teils durch Verkohlen von Zucker und teils durch Abscheidung aus einer rußenden Acetylenflamme gewonnen. Bei sämtlichen Versuchen wurde jedoch ein verunreinigtes Karbid und eine schlechte Ausbeute erhalten. Dasselbe Ergebnis lieferte der Versuch, Späne von Kalziummetall durch Erhitzen in einer Acetylenatmosphäre auf 750 Grad in Karbid überzuführen, denn hierbei wurde nur die Oberfläche der Metallspäne in Karbid verwandelt. Dagegen führte die folgende Methode zum Ziele, die ebenso wie die vorhergehenden von Moissan stammt. Metallisches Kalzium wurde in wasserfreiem verflüssigten Ammoniak gelöst und in diese blaue Lösung wurde Acetylen eingeleitet. Hierbei entstand ein Niederschlag, der nach Moissan die Zusammensetzung  $\text{CaC}_2 \cdot \text{C}_2\text{H}_2 \cdot 4\text{NH}_3$  hat, zugleich entfärbte sich die blaue Lösung. Es wurde dann noch mehr Kalzium in die Lösung eingetragen, bis genügend Karbid gebildet war. Die auf diese Weise erhaltene komplexe Verbindung von Karbid mit Acetylen und Ammoniak reagiert infolge ihrer feinen Ver-

teilung sehr lebhaft; schon durch Einwirkung der Luftfeuchtigkeit entwickelt sich Acetylen, das sich von selbst entzündet. Solange die Verbindung jedoch noch mit Ammoniak befeuchtet ist, kann man ohne Gefahr einer Entzündung mit ihr arbeiten. Erhitzt man sie in einem Vakuumofen auf 150 Grad, so verliert sie das in ihr enthaltene Ammoniak und Acetylen, und es bleibt reines Karbid in Form eines weißen Pulvers übrig. Durch Eintragen größerer Mengen von Kalziummetall in das verflüssigte Ammoniak erhält man eine goldglänzende Paste, die beim Stehen in einer Acetylenatmosphäre in ein graues luftbeständiges Pulver übergeht; dieses liefert beim Erhitzen ebenfalls reines Kalziumkarbid. Das hieraus entwickelte Acetylen ist geruchlos.

**Über die elektrolytische Reduktion von unter Druck gelöstem Kohlendioxyd und Kohlenoxyd** berichten Fr. Fischer und O. Prziza in den *Berichten der Dt. Chem. Gesellschaft* Bd. 47, S. 256—260. Die Versuche wurden im Anschlusse an eine analoge Arbeit über die Reduktion unter Druck gelösten Sauerstoffs angestellt. Untersuchungen über die elektrolytische Reduktion der Kohlensäure bei gewöhnlichem Druck sind schon vor mehreren Jahren ausgeführt worden; dabei wurde bei Verwendung von amalgamierten Zinkkathoden und beim Einleiten von Kohlensäure in eine gesättigte Kaliumsulfatlösung Kaliumformiat mit fast 100 % Stromausbeute erhalten. Bleielektroden übertreffen, wie Verfasser fanden, das Zink noch an Wirksamkeit, wenn man als Anode kein Platin, sondern ebenfalls Blei in einer Tonzelle verwendet. Bei den Versuchen unter Druck wurden verschiedene Sulfatlösungen als Elektrolyte verwendet; die Kohlensäure wurde einer Stahlflasche entnommen und in eine Stahlbombe eingepreßt, die den Elektrolyten enthielt. Dabei wurde die Kohlensäure quantitativ zu Ameisensäure Salz reduziert, selbst bei so hohen Stromdichten wie 10—15 Amp./qdm. Es zeigte sich, daß die Stromdichte ungefähr proportional dem Druck der Kohlensäure erhöht werden konnte, ohne daß die Stromausbeute schlechter wurde. Bei den Versuchen mit unter Druck gelöstem Kohlenoxyd zeigte sich, daß nur bei Verwendung von Bleielektroden eine Reduktion eintritt, und zwar wurden nachweisbare Mengen Methylalkohol, aber kein Methan erhalten. Mit Kathoden aus amalgamiertem Nickel, Eisen, Kupfer, Platin u. a. Metallen wurde das Kohlenoxyd überhaupt nicht verändert. Mit Bleielektroden erhält man die relativ beste Ausbeute bei Anwendung einer kleinen Stromdichte und eines Gemisches aus Kalium- und Ammoniumsulfat als Elektrolyten.

A. Sander, Darmstadt.

## Paläogeographische Mitteilungen.

Eine wichtige paläogeographische Arbeit veröffentlichte Ch. Schuchert mit einer Karte der älteren Permzeit, für die bis jetzt sehr wenige Konstruktionen vorliegen. In Nordamerika waren Nordwestmexiko und der Südwesten der Union vom Pazifik, die Ebenen westlich des Mississippi vom Mexikanischen Golfe überspült, der über Tehuantepec mit dem Pazifik verbunden war. Dagegen hingen Yukatan, Guatemala und Westindien als Halbinsel mit dem appalachischen Gebiete zusammen. Eine breite Landbrücke führte über Grönland und Island nach Europa, das von Spanien bis Sardinien mit Nordafrika verbunden war und im Norden Spitzbergen und Franz-Josef-Land umfaßte. Dwina-, Petschora- und Wolgagebiet bilde-

ten eine große Bucht des Arktik, doch stand Europa noch über Kaukasien mit Asien in Verbindung. Dieses wieder hing über das Beringgebiet mit Nordamerika zusammen. Im Süden begrenzte es das von Sizilien über Barka, Ägypten, Balkanhalbinsel, Kleinasien, Syrien, Nordarabien, Iran, Turkestan bis China reichende große Mittelmeer, von dem sich ein Arm über Hinterindien und die sundanesischen Inseln nach Nordaustralien zog. Ostwärts davon lag eine große Insel, von der chinesischen Küste über die Philippinen, Ostborneo und Celebes bis zur Ostspitze Neu-Guineas reichend. Südamerika, Afrika, Südarabien, Vorderindien und Australien endlich bildeten einen großen Südkontinent, der bei Südamerika und Australien mit der Antarktis in Verbindung stand. Neukaledonien, Fidji und Norl-neuseeland bildeten kleinere Inseln. Neben dieser Karte liegt ein Hauptwert der Schuchertschen Arbeit in der, teilweise auch auf Karten eingetragenen, Zusammenstellung der Glazialspuren des Quartär, des Perm, des Devon, des Kambrium und dreier proterozoischer Glazialperioden. Diese klimatischen Schwankungen setzt Schuchert dann zu den Schwankungen der Kohlenbildung, der Kalksteinbildung, der Trockenheit, der Gebirgsbildung und der Entwicklung der Organismen in Beziehung. Aus der graphischen Darstellung läßt sich deutlich erkennen, wie die Temperaturniedrigungen sich an die Perioden lebhafter Gebirgsbildung anschließen. (*Carnegie Institution of Washington, Publ. Nr. 192, p. 263—298.*)

Eine kurze Übersicht der neueren Ansichten über den Atlantischen Ozean während der Eiszeit gibt O. Pettersson. Er nimmt eine Landverbindung Nordamerikas und Europas über Grönland-Island an, indem das ganze Land um den Nordatlantik damals beträchtlich höher lag. Später war der Ozean hier durch eine Eisbarriere, ähnlich der jetzigen im Roßmeere, abgeschlossen, von der starke Eistriften nach Süden gingen und Gerölle und Steine von Schottland, den Faröer und Island über den Ozean ausbreiteten. (*Internation. Revue d. gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, VI, S. 1—6.*)

Für die paläogeographische Geschichte Afrikas wichtige Arbeiten verdanken wir E. Hennig. Man hat lange Zeit in Afrika einen uralten, seit Urzeiten nie vom Meere bedeckten Block gesehen, besonders in seinem südlichen Dreieck. Es steht aber jetzt ganz sicher fest, daß lange Zeit hindurch große Binnenbecken in ihm bestanden haben müssen, die zeitweilig auch mit dem Meere in Verbindung traten. Dies gilt besonders vom Kongobecken, das an der Grenze von Trias und Jura über das Bahr el Ghazal-Gebiet und Abessinien mit dem Ozean in Verbindung gestanden haben muß, nachdem es mindestens schon im Perm angelegt war. (*Sitzungsber. d. Ges. Naturforsch. Freunde, Berlin 1913, S. 305—318; Branca Festschrift 1914, S. 76—123.*)

Die meisten Paläogeographen nehmen an, daß das große Mittelmeer das ganze Mesozoikum hindurch und im Alttertiär bis zum Miozän herauf sich über Vorderasien und Hochasien nach Hinterindien und dem Pacific erstreckte. K. Martin ist der Meinung, daß die Beziehungen der marinen Faunen des malaiischen Gebietes zum mindesten im Neogen für eine solche Verbindung nicht sprechen, und daß wohl auch schon in der Kreidezeit eine ungehemmte Verbindung zwischen dem Mittelmeer und dem Indischen Ozean nicht mehr bestand. Dagegen war das malaiische Gebiet selbst teilweise vom Meere bedeckt. Von Nias über Sumatra und Java bis Timor und Neuguinea und über Borneo und Celebes nach den Philippinen sind vom

Eozän bis zum Pliozän marine Sedimente bekannt. (*Geol. Rundsch. IV, 1913, S. 161—173; Sammlungen des Geol. Reichsmuseums in Leiden, Ser. C, Bd. IX, 1914, S. 337—355.*)

In spezielleren Arbeiten behandelt H. Salfeld den oberen Jura Süddeutschlands und Nordwesteuropas. Aus ihnen geht hervor, daß im oberen Jura Nordwestdeutschland, Nordfrankreich und England ein einheitliches Faunengebiet bildeten, das mit dem Moskauer Gebiet weitgehende, wenn auch nicht völlige Übereinstimmung zeigte. Dagegen zeigt Süddeutschland in seiner Ammonitenfauna Abweichungen, so daß eine einheitliche mitteleuropäische Provinz, die man noch vielfach annimmt, sicher nicht besteht. (*Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. LXV, 1913, Monatsberichte S. 441 bis 448; Neues Jahrb. f. Mineral. usw., Beilageband XXXVII, 1913, S. 125—246.*)

Nach dem tertiären Böhmen führt uns J. E. Hibsch und zeigt, daß hier während der Trockenzeit der obersten Kreide und des Eozän eine wellige Abtragungsfläche entstand, die sich auch über die nördlichen Randgebirge hin fortsetzte. Auf ihr bildeten sich im Oligozän viele einzelne Süßwasserbecken, so auf dem Plateau des Erzgebirges, an seinem Nord-, Ost- und Südfuß, im Egerthal, im Böhmisches Mittelgebirge, im Teppler Hochland, bei Pilsen, Budweis, Wittingau u. a. (*Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien. Math. naturw. Kl. CXXII, Abt. I, S. 485—500.*)

Eine sehr jugendliche Periode behandelt Th. Otto, indem er die Entwicklung der Darß und Zingst an der vorpommerschen Küste verfolgt, wie sie sich seit der Eiszeit vollzogen hat. Er zeigt, wie die alten Kerne von der Brandung angegriffen und nach und nach verändert und hauptsächlich ostwärts verschoben wurden und wie so aus kleinen Inseln die jetzigen langgestreckten Landformen entstanden. (*XIII. Jahresber. d. Geogr. Gesellschaft Greifswald S. 235—485.*)

Eine Anzahl amerikanischer Arbeiten stellen die Deltabildungen paläozoischer Flüsse fest. A. W. Grabau stellte solche hauptsächlich im Silur rings um das ganze Alleghany-Gebiet fest, in New York, New Jersey, Pennsylvania, Virginien, Westvirginien und Tennessee. (*Bull. Geol. Soc. Am. XXIV, p. 399—528.*) Sehr ausführlich untersuchte J. Barrell eine devonische Deltalandschaft im östlichen New York. Hier schütteten Flüsse, die von einem östlich der Appalachen liegenden Bergzuge herabkamen, ein stattliches Delta auf. Die Flüsse müssen ein starkes Gefälle gehabt haben, doch läßt sich ihr Einzerverlauf noch nicht rekonstruieren. (*Am. Journ. Science XXXVI, 1913, p. 429—472; XXXVII, 1914, p. 87—109, 225—253.*) Für das ältere Carbon hat E. B. Branson bei dem Cloyds Mountain in Virginien ein großes Delta nachgewiesen. (*Bull. Geol. Soc. Am. XXIII, p. 447—456.*)

In paläoklimatologischer Beziehung ist wichtig, daß R. W. Sayles und F. L. Lahee nun auch in der Nähe von Boston permische Glazialspuren nachgewiesen haben. Die spätpaläozoische Eiszeit stellt sich also immer mehr und mehr als eine über die ganze Erde verbreitete Erscheinung heraus, durchaus gleichwertig der quartären Eiszeit. Sie darf nicht mehr als ein lokales Ereignis der Umgebung des Indik angesehen werden und man kann sie unmöglich durch die Annahme von Polverschiebungen nach diesem Ozean hin erklären, wie das teilweise immer noch geschieht. (*Mus. Comp. Zool. Bull. LVI, 1914, p. 141—175; Am. Journ. Science XXXVII, 1914, p. 316—318.*)

Th. Arldt.

## Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

### Annalen der Physik; Heft 18, 1915.

*Theoretisches und Experimentelles zu der piezoelektrischen Erregung eines Kreiszylinders durch Drillung und Biegung;* von W. Voigt und V. Friederickz. Daß ein Kreiszylinder aus Quarz durch Drillung elektrisch erregt wird, ist 1889 von Röntgen bemerkt worden. Voigt hat 1890 die allgemeine Theorie der piezoelektrischen Erscheinungen entwickelt; es fehlen aber bisher für den Fall der Drillung eine Vergleichung mit der Beobachtung. Diese Vergleichung ist nun sowohl für die Drillung wie für die Biegung vorgenommen und dabei eine Bestätigung der Theorie gewonnen worden.

*Die Erzeugung von Bewegung durch molekulare Richtkraft bei flüssigen Kristallen;* von O. Lehmann. Kinematographische Aufnahme der durch die molekulare Richtkraft unabhängig von Volumenänderungen hervorgerufenen Bewegungen flüssiger Kristalle, deren Energie anscheinend direkt aus chemischer Energie hervorgehen kann, nämlich: 1. Bewegungen beim Zusammenfließen und bei Gestaltung flüssiger Kristalle eventuell auf Kosten der bei Entstehung des Stoffs in der Lösung verschwindenden chemischen Energie; 2. Rotation von Kristalltropfen durch Änderung der Oberflächenspannung infolge Änderung des chemischen Gleichgewichts der Moleküle verschiedener Modifikationen beim Erwärmen; 3. Gestaltänderung infolge von Umwandlung in eine polymorphe Modifikation oder in eine Molekülverbindung mit dem Lösungsmittel, welches unter wechselnder Assoziation und Dissoziation in gallertartig steife flüssige Kristalle eindringt.

*Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien. V. Feinzerlegung der Wasserstoffserie;* von J. Stark. Mit Hilfe eines sehr starken elektrischen Feldes werden Wasserstofflinien  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$ ,  $H_\delta$  in 9–30 Komponenten zerlegt. Es wird gefolgert, daß an der Emission einer der Linien im einzelnen Wasserstoffatom mehr Elektronen als eins beteiligt sind.

*Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien. VI. Polarisierung und Verstärkung einer Serie;* von J. Stark. Die Linien der dritten Nebenserie des Lithiums werden durch das elektrische Feld ohne Zerlegung nach Rot verschoben. Sie werden durch das elektrische Feld teilweise polarisiert, indem die Lichtschwingungen parallel dem Feld bis 3 mal intensiver werden als die Schwingungen senkrecht dazu; gleichzeitig werden sie durch das Feld mit dessen zunehmender Stärke in wachsendem Maße intensiver gemacht.

*Der Einfluß der Magnetisierung auf den Gleichstromwiderstand des Graphits nach der Hauptachse;* von G. E. Washburn. Es gelang Graphitpräparate herzustellen, bei denen der Strom in der Achsenrichtung floß und dort einem ca. 100 fach größeren spezifischen Widerstande begegnete als senkrecht zur Hauptachse. Die magnetische Widerstandsänderung wurde für verschiedene Orientierungen als Funktion der Feldstärke bestimmt. Für 30 kg betrug der longitudinale Maximaleffekt etwa 80 %.

*Das spezifische Gewicht des Argons;* von U. Schultze. Das spezifische Gewicht des Argons wurde für die normalen Bedingungen des Gases zu 0,001 783 75 bestimmt, woraus für das Molekulargewicht, auf  $O = 32$  bezogen, der Wert 39,945 folgt.

### Annalen der Physik; Heft 19, 1915.

*Über den Zusammenhang der dielektrischen Effektverluste von Kondensatoren mit den Anomalien der Ladung und der Leitung;* von F. Tank. Es werden

an Kondensatoren mit festem und flüssigem Dielektrikum die Wechselstromverluste mit einem hochempfindlichen Wattmeter direkt gemessen, ferner der zeitliche Verlauf von Leitfähigkeit und „dielektrischer Nachwirkung (Nachladung)“ bei Gleichspannung ermittelt. Dadurch, daß letztere Messungen sich bis auf sehr kleine Zeiten erstrecken, ist eine Berechnung der Wechselstromverluste auf Grund der von Schweidler-Wagnerschen Theorie der Dielektriken ermöglicht. Messung und Berechnung stimmen befriedigend überein. Bei festen Dielektriken überwiegt der Verlust durch dielektrische Nachwirkung beinahe vollständig, bei flüssigen lassen sich nur Verluste durch Leitung nachweisen.

*Zur Kapillaritätstheorie der Kristallgestalt;* von P. Ehrenfest. Bei der Anwendung der Gibbs-Curieschen Theorie der Kristallform haben die führenden Autoren angenommen, daß die Kapillaritätskonstante einer Kristallfläche ebenso diskontinuierlich von der Orientierung abhängt, wie z. B. die Netzdichte. An Hand eines molekularen Schemas wird die Kapillarkonstante geometrisch-physikalisch interpretiert und gezeigt, daß sie trotz völlig stetiger Abhängigkeit von der Orientierung dennoch als Gleichgewichtsform ein Polyeder liefert.

*Über die kinetische Interpretation des osmotischen Druckes;* von P. Ehrenfest. Im Anschluß an die Anschauungen, die Boltzmann, Lorentz und andere über den Mechanismus des osmotischen Druckes entwickelt haben, wird — unter Beschränkung auf sehr verdünnte Lösungen — die molekularstatistische Rechnung durch Heranziehung des Virialtheorems weitgehend kondensiert.

*Über die Konstante  $c$  des Wien-Planckschen Strahlungsgesetzes;* von E. Warburg und C. Müller. Die erste gleich betitelt Mitteilung enthielt  $c$ -Bestimmungen nach der Isochromatenmethode mit Quarzoptik, wobei von zwei Temperaturen die höhere  $T_2$  aus der tieferen  $T_1$  (Goldschmelzpunkt) nach dem Wienschen Verschiebungsgesetz bestimmt wurde. In der vorliegenden zweiten Mitteilung sind diese Versuche mit verbesserter Apparatur und nach verbessertem Verfahren fortgesetzt, ferner ist  $T_2$  und  $T_1$  auch nach dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz bestimmt worden. Die Versuche liefern für  $c$  bei Temperaturbestimmung nach dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz 14 250, nach dem Wienschen Verschiebungsgesetz 14 300 oder 14 400, je nachdem für Quarz die Dispersionskurve von Carvallo oder von Paschen angenommen wird. Mit Rücksicht auf diese Ergebnisse ist in der 12. Auflage des Lehrbuchs der praktischen Physik von F. Kohlrausch  $c = 14 300$  Mikron-Grad gesetzt worden.

### Physikalische Zeitschrift; Nr. 16, 1915.

*Zur Theorie der Fall- und Steigversuche an Teilchen mit Brownscher Bewegung;* von E. Schrödinger. Der Verfasser behandelt die Bewegung eines Teilchens, das gleichzeitig unter dem Einfluß der Brownschen Bewegung und einer gleichförmigen Progressivbewegung steht, die ihm durch eine konstante Kraft (Schwere oder elektrische Kraft) im widerstehenden Mittel erteilt wird. Das Problem tritt bei den Ehrenfestischen Ladungsbestimmungen an submikroskopischen Teilchen auf, die wesentliche Unterschreitungen der Elektronenladung ergeben haben. Es stellt sich heraus, daß die ursprünglich von Ehrenfest und Weiß ohne strenge Begründung verwendeten Formeln streng korrekt sind, während eine von Fletcher geforderte, von Konstantinowsky verwendete Korrektur nicht zutrifft. Einige andere interessante Details, wie die genaue Berechnung der Fehlergrenzen, der Chancen für die Rückläufigkeit (welche zur neuerlichen Prüfung der Theorie der Brownschen Bewegung dienen kann),

ferner Einwände gegen die bisher üblichen Genauigkeitskriterien, können wir hier nur erwähnen.

Über die graphische und mechanische Berechnung chemischer Affinitäten aus thermischen Messungen; von W. Dräger. Der Verfasser gibt zwei Wege an, auf denen einfach und schnell eine exakte Berechnung der Affinität einer Reaktion auf Grund der fundamentalen thermodynamischen Gleichung

$$A = -T \int_0^T \frac{U}{T^2} dT$$

( $A$  = freie Energie, chemische Affinität,  $T$  = absolute Temperatur,  $U$  = Abnahme der Totalenergie, bei chemischen Prozessen Wärmetönung) aus der Molekularwärme der an der Reaktion beteiligten Molekülgattungen erfolgen kann, sobald deren Temperaturverlauf bekannt ist. Der Rechnungsgang gestaltet sich hierbei in der Weise, daß aus den Temperaturkurven der Molekularwärmen der Reaktionsteilnehmer durch graphische Integration die  $U$ -Kurve gewonnen wird, aus der ihrerseits nach den beiden angegebenen Verfahren die Kurve der Affinität gezeichnet wird. Einige ausgeführte Beispiele zeigen die Brauchbarkeit und Einfachheit des Rechnungsweges.

Das Dispersionsgesetz der magnetooptischen Effekte im Ultraroten bei Eisen und Kobalt; von W. Voigt. Der magnetische Kerreffekt variiert in Eisen und Kobalt im ultraroten Spektralgebiet in einer solchen Weise mit der Farbe, daß man auf ein Zurücktreten des Einflusses der gebundenen (Polarisations-) Elektronen gegenüber den freien (Leitungs-) Elektronen schließen kann. Die so vereinfachten Dispersionsgesetze erlauben eine Berechnung der mittleren Stärke der Magnetfelder, in denen sich bei Eisen und Kobalt die Elektronen bewegen. Das Resultat sind außerordentlich hohe Feldstärken von der Ordnung der durch die Weißsche Theorie geforderten.

#### Archiv für Elektrotechnik; Heft 8 und 9, 1915.

Hochspannungsisolatoren; von K. Kuhlmann. Der Verfasser beschäftigt sich mit der Frage: Wie ist das elektrische Feld in der Umgebung von Hochspannungsisolatoren und Wanddurchführungen beschaffen? Auf einem graphisch-analytischen Wege werden für eine Reihe gebräuchlicher Konstruktionen Kraftlinienbilder entworfen. Diese ergeben über die Verteilung der elektrischen Kraft an der Oberfläche eines Isolators Aufschluß. Sie lassen erkennen, in welcher Weise beim Isolator eine Überschlagsgefahr vorhanden ist. Weiter ergibt sich aus der Betrachtung der Kraftlinienbilder, ob die vom Verfasser untersuchten Konstruktionen vom elektrischen Standpunkte aus als zweckmäßig bemessen bezeichnet werden können.

Die Eisenverluste in elektrischen Maschinen; von A. Itterberg. Ein rundes oder elliptisches Drehfeld läßt sich aus 2 einfachen Wechselfeldern zusammensetzen. Man kennt den analytischen Ausdruck für die Feldverteilung des Stator- und Rotorjoches bei einem einzigen Wechselfeld. Hierauf läßt sich der analytische Ausdruck für die Feldverteilung bei einem Drehfeld zurückführen. Bei einem Drehfeld unterliegt ein Eisenelement des Stator- und Rotorjoches zugleich drehender und wechselnder Magnetisierung. Auf Grund von Versuchen läßt sich ein Ansatz für die Verluste bei dieser doppelten Magnetisierung machen. Unter Zugrundelegung dieses Ansatzes und der bekannten Feldverteilung werden die Verluste berechnet. Sie fallen um einen Korrektionsfaktor  $M$  größer aus als nach dem bisher üblichen Rechenverfahren. Der Korrektionsfaktor wird in seiner Abhängigkeit von Eisenhöhe der Jochs und Polteilung graphisch dargestellt und diskutiert.

Der Wechselstromwiderstand von langen Spulen aus Litze; von W. Rogowski. Der Verfasser vergleicht

die Stromverteilung einer mehrlagigen Spule und einer Litzenspule. Bei der mehrlagigen Spule wird der gleiche Strom für alle Drähte dadurch erreicht, daß diese hintereinandergeschaltet werden. Bei der idealen Litzenspule führt infolge der Verdrillung jeder Einzeldraht ebenfalls den gleichen Strom. Der Wechselstromwiderstand beider muß daher derselbe sein. Auf dieser Grundlage wird eine Formel für den Wechselstromwiderstand aufgestellt und nachgewiesen, daß die Spule aus Litze ein Widerstandsminimum und eine kritische Frequenz hat, jenseits der der Widerstand der Litze größer ist als der des Massivdrahtes von gleichem Kupferquerschnitt. Dies Resultat steht im Einklang mit Beobachtungen von R. Lindemann.

#### Archiv für Elektrotechnik; Heft 10 und 11, 1915.

Theorie der zusätzlichen Kommutierungsverluste von Gleichstrommaschinen; von Dreyfuß. Die Ankerleiter einer Gleichstrommaschine werden nicht von Gleichstrom, sondern von Wechselstrom durchflossen. Für die Verluste durch Stromwärme ist daher nicht der Gleichstromwiderstand, sondern der Wechselstromwiderstand der Ankerwicklung maßgebend. Für den Fall momentaner Stromwendung hat der Verfasser den Wechselstromwiderstand der Ankerwicklung einer Gleichstrommaschine bereits früher berechnet. In der vorliegenden Arbeit wird die frühere Rechnung durch Berücksichtigung endlicher Kommutierungszeit erweitert. Durch die Einführung des Begriffes der spezifischen Kommutierungszeit wird ein vergleichender Maßstab gewonnen. Nachdem an Hand eines Modelles der innere Zusammenhang der Erscheinungen aufgeklärt ist, wird für den Fall der geradlinigen Stromsendung eine exakte Theorie der Wirbelstromverluste abgeleitet.

Die Theorie des Kettenleiters nebst Anwendungen (Wirkung der verteilten Kapazität in Widerstandsätzen); von K. W. Wagner. Man denke sich beliebige, aber untereinander vollkommen gleichartige Stromkreise. Von diesen sei der erste Kreis mit dem zweiten in irgendeiner Weise verkoppelt; dieselbe Art der Kopplung möge zwischen dem zweiten und dem dritten Stromkreis bestehen, ferner zwischen dem dritten und vierten, dem vierten und fünften, und so weiter bis zum  $n$ -ten Stromkreis. Die elektrischen Eigenschaften einer solchen Anordnung, die als „Kettenleiter“ bezeichnet wird, werden in der vorliegenden Arbeit untersucht. Als spezielle Fälle umfaßt die Theorie wirkliche und künstliche Kabel und Leitungen aller Art, Pupinleitungen, den Hängeisolator, den Rollenblitzableiter, Spulenwicklungen mit Eigenkapazität und Erdkapazität und viele andere Anordnungen, die für die Praxis von Bedeutung sind. Die allgemeinen Gleichungen des Kettenleiters, die auf dem Wege über die Theorie der linearen Differenzengleichungen abgeleitet werden, haben die Form der bekannten Kabelgleichungen. Statt der Konstanten enthalten sie jedoch allgemeine Widerstandsoperatoren; hierin liegt ihr außerordentlich weiter Geltungsbereich begründet.

Über die Ermittlung der Durchschlagfestigkeit hygroscopischer Isoliermaterialien; von A. Schwaiger. Es wird durch Versuche der Nachweis erbracht, daß die Werte für die Durchschlagfestigkeit, die man bei der Prüfung der Isoliermaterialien erhält, wesentlich von der Versuchsanordnung und Dauer abhängen. Es ist bekannt, daß die Durchschlagfestigkeit z. B. von Papier um so besser ist, je trockner das Papier ist. Da nun durch die elektrische Beanspruchung das Papier während der Prüfung erwärmt wird, tritt eine Trocknung des Papiers ein, und so kommt es, daß das Papier um so besser erscheint, je länger die Prüfung dauert. Unter eine gewisse Prüfdauer darf man allerdings nicht heruntergehen; besonders zu verwerfen ist die Prüfmethode, die Spannung innerhalb einiger Sekunden von Null an bis zum Durchschlag zu steigern, wie an Versuchen nachgewiesen wird. Es wird eine

Prüfdauer von mindestens 10 Minuten als zweckmäßig erkannt. Von großem Einfluß auf die Prüfergebnisse ist die Art der Elektroden. Es wird vorgeschlagen, als Elektroden Kugel gegen Platte zu verwenden, und zwar empfiehlt es sich, die Versuche mit Kugeln von 1, 2, 3, 5, 10 und 15 cm Durchmesser zu verwenden. Trägt man die Durchschlagspannungen als Funktion des Kugeldurchmessers auf, so sieht man, daß die Durchschlagspannung mit zunehmendem Kugeldurchmesser abnimmt und sich einem bestimmten Werte (Kugeldurchmesser unendlich) nähert. Diesen Wert benützt der Verfasser zur Ermittlung der elektrischen Festigkeit.

#### Archiv für Elektrotechnik; Heft 12, 1915.

*Der Schwingungskreis mit eisenhaltiger Induktivität*; von J. Biermanns. Für die Erklärung gewisser Resonanzerscheinungen in Hochspannungsnetzen ist es erwünscht, die Eigenschwingungen eines Leitergebildes aus eisenhaltiger Drosselspule (herlaufendem Transformator) und Kapazität zu kennen. Diese Eigenschwingungen werden vom Verfasser berechnet, indem zwischen dem Strom  $i$  und dem Flusse  $\Phi$  die Beziehung  $i = A\Phi + B\Phi^3$  angesetzt wird. Die Integration der bekannten Schwingungsgleichung führt mit diesem Ansatz für  $i$  auf elliptische Integrale.

*Der plötzliche, einphasige Kurzschluß der Drehstrom-Synchromaschine*; von J. Biermanns. Es werden die bei diesem Kurzschluß auftretenden Stromstöße und die in der nicht kurzgeschlossenen Phase induzierte elektromotorische Kraft berechnet und mit experimentell aufgenommenen Kurven verglichen.

*Einige Bemerkungen über nicht-flächennormale Vektorfelder*; von J. Spielrein. Ein Feld des Vektors  $\mathfrak{A}$  heißt flächennormal, wenn es im Felde zu den Kraftlinien orthogonale Flächen gibt. Die notwendige und hinreichende Bedingung dazu ist bekanntlich

$$\mathfrak{A} \text{ rot } \mathfrak{A} = 0.$$

Es ist sehr leicht, aus diesem Vektor einen anderen, dessen Feld nicht-flächennormal ist, zu konstruieren, man kann sich aber schwer vorstellen, warum in einem solchen Felde die Konstruktion von Orthogonalflächen mißlingen muß. Der Verfasser bringt zuerst ein Beispiel eines solchen Feldes, indem er zeigt, daß die Kraftlinien eines stromdurchflossenen zylindrischen Leiters, der sich unter dem Einfluß des Erdmagnetfeldes befindet, konaxiale Schraubenlinien mit konstanter Ganghöhe sind, und daß diese Linien ein nicht-flächennormales Feld bilden. An diesem Beispiel wird dann gezeigt, daß in einem flächennormalen Felde alle durch einen Punkt  $P$  gehenden zu den Kraftlinien orthogonalen Linien auf der durch  $P$  gehenden Orthogonalfläche des Feldes liegen; im nicht-flächennormalen Felde aber bilden die Orthogonalkurven keine Fläche, sondern sie füllen den ganzen Raum aus, was die Konstruktion der Orthogonalfläche, die ja alle durch  $P$  Orthogonalkurven enthalten muß, unmöglich macht.

*Über ein hochempfindliches Vibrationsgalvanometer für sehr niedrige Frequenzen*; von Hans Zölllich. Nach einer Übersicht über die vorhandene Literatur werden die verschiedenen Typen von Vibrationsgalvanometern charakterisiert. Als die für sehr niedrige Frequenzen geeignetste wird die Drehsplutype angesehen; das ist die Type, bei der im Felde eines permanenten oder Elektromagneten eine Drehspule schwingt, die von dem zu messenden Wechselstrom durchflossen wird, und deren Eigenfrequenz gleich der Frequenz des Wechselstromes ist. Solche Vibrationsgalvanometer erhalten sehr kleine Abmessungen, auch für niedrige Frequenzen, und können den vielfach im praktischen Gebrauch auftretenden Erfordernissen am besten gerecht werden. Wie das geschieht, zeigt die Theorie der Vibrationsgalvanometer, die auf den von Fr. Wenner aufgebauten Grundlagen, und zwar in möglichster Allgemeinheit, entwickelt wird. Sie hat

die Grundsätze für den Bau, besonders für den praktisch geeigneter Galvanometer geliefert, die zur Konstruktion eines beschriebenen und käuflichen Instrumentes geführt haben, dessen Daten gegeben werden.

#### Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIII, Heft 7, 1915.

(Ausgegeben den 15. September 1915.)

*Ein neuer Brandpilz auf Arrhenatherum elatius M. u. Ch.*; von H. C. Schellenberg. (Mit einer Tafel und einer Abbildung im Text.) Der Autor zeigt, daß neben *Ustilago perennans* Rostrup ein weiterer Brandpilz die Fruchtknoten dieses Grases zerstört, *Ustilago dura* Appel Atzanner. Das Verhalten dieses Brandes ist deutlich verschieden in der Keimung der Sporen und besonders in der Ausbildung der Sporenmasse. Er entspricht den harten Flugbrandformen, wie sie auf Gerste und Hafer nachgewiesen worden sind. Die Membran ist dementsprechend glatt und die Sporen sind miteinander verklebt. Wie der andere perenniert er mit einem Myzel im Rhizom.

*Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne nebst allgemeinen Bemerkungen über Allogonie*; von J. Reinke. In einer Schar von Pflanzen der gewöhnlichen Feuerbohne zeigte sich im Sommer 1913 ein Exemplar, das auf der einen Stengelseite weiß blühende Infloreszenzen trug; die weißen Blumen ergaben weißschalige Samen, die roten Blumen der gleichen Pflanze die gewöhnlichen bunten Samen. Von 9 dieser weißen, 1914 ausgesäten Bohnen trugen 7 Exemplare weiße Blumen und weiße Samen, 2 Exemplare rote Blumen und rote Samen. Die 1914 aus den weißen Samen entstandenen Pflanzen blühten zum größten Teil weiß, zum kleineren rot; die bunten Samen der 1914er Ernte lieferten zum größeren Teil rotblühende, zum kleineren weißblühende Pflanzen. Da Isolierung und Selbstbestäubung nicht ausgeführt war, liegt im Verhalten der Pflanzen von 1914 und 1915 Bastardspaltung vor. Danach kann nicht bezweifelt werden, daß eine erbliche weißblühende Rasse der Feuerbohne, die übrigens einer in Kultur befindlichen Rasse gleicht, 1913 durch Knospenvariation entstanden ist. — Für Mutation wurde Allogonie gesagt, weil das Wort Mutation durch die Paläontologie in anderem Sinne festgelegt worden ist.

*Die Flugfähigkeit schwerster geflügelter Dipteroecarpus-Früchte*; von H. Dingler. (Mit einer Tafel und 4 Tabellen.) Die schwerste dem Verfasser bekannte Dipteroecarpus-Frucht, *D. grandiflorus* (Java; bis über 32 g schwer) ergab bei Fallversuchen auf 28,2 m Höhe 0,33 Sekunden mittlere Fallzeit auf 1 m Höhe, was 3 Sek.-m entspricht. Horizontalwind gleicher Geschwindigkeit erteilt etwa gleiche horizontale Beschleunigung und verführt die Frucht auf der Fallhöhe gleiche Entfernung. Die Flügelausrüstung dient also schon bei mittleren Windstärken (bis zu 10 Sek.-m) der Samenverbreitung. Breite, flügelartige Längsrippen der Frucht sind für Lufttransport wertlos, wie Amputation ergab. Die amputierte Frucht fiel durch Gewichtsverlust langsamer. Zwei weitere geprüfte Früchte gaben ähnliche Transportfähigkeit.

*Neue Beiträge zur Kenntnis der Keimung von Phacelia tanacetifolia Benth.*; von E. Kühn. (Vorläufige Mitteilung.)

*Die in den Zellen vorkommenden Eiweißkörper sind stets ergastische Stoffe*; von Arthur Meyer. Er beweist, daß die alte zur Gewohnheit gewordene Anschauung, die aus den Zellen dargestellten Eiweißkörper seien Bausteine der lebendigen Substanz, völlig unbewiesen ist, und sucht wahrscheinlich zu machen, daß alle in der Zelle vorkommenden Eiweißkörper ergastische Stoffe, Reservestoffe für die lebende Substanz sind, in welcher sie als solche meist in einiger Menge gelöst sein dürften.

Er hebt zuerst hervor, daß die physiologisch-chemischen Arbeiten keinen Beweis für die Beteiligung der



Eiweißkörper am Aufbau der lebenden Substanz erbringen, daß ferner die von den Chemikern aus den Organismen hergestellten Eiweißstoffe nachweislich in der allergrößten Mehrzahl (wahrscheinlich alle) von ergastischen Gebilden der Zelle, nicht aus dem Protoplasten stammen. Er zeigt, wie die Tatsache, daß die Gleichheit, Ähnlichkeit und Verschiedenheit der in den Spezies enthaltenen Eiweißkörper bei serologischen Untersuchungen den Grad der morphologischen Verwandtschaft der Spezies bis zu einem gewissen Grade widerspiegelt, über die Beteiligung der Eiweißkörper am Aufbau der lebenden Substanz nichts aussagt.

Dem Verhältnis gegenüber, daß nicht der geringste Beweis für die Auffassung der Eiweißkörper als Bestandteile der lebenden Substanz spricht, ist es sicher, daß die Eiweißkörper in der Zelle als ergastische Gebilde und Reservestoffe vorkommen. Einige Tatsachen beweisen dabei, daß die Speicherung der Eiweißkörper eine besonders vorteilhafte Art der Speicherung von Atomkomplexen ist, welche die Zelle zu ihrer Ernährung braucht.

*Bemerkungen zu Iwanowskis „Beitrag zur physiologischen Theorie des Chlorophylls“*; von E. G. Pringsheim. Iwanowski bringt Wahrscheinlichkeitsbeweise dafür, daß grüne Pflanzenteile ein Assimulationsmaximum im Blau zwischen den Linien F und G besitzen. Diese Auffassung wird durch weitere Belege gestützt, und es werden Gründe angeführt, die es wahrscheinlich machen, daß die braunen und gelben Begleitfarbstoffe des Chlorophylls nicht wie dieses durch ihre Absorption die Assimilation unterstützen, sondern im Gegenteil einen Teil des wirksamen Lichtes abschirmen.

#### **Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik; Band 55, Heft 3, 1915.**

*Die Internodientorsionen der Pflanzen mit decussierter Blattstellung*; von H. Sierp. Die Internodientorsionen der Pflanzen mit decussierter Blattstellung können nicht, wie dies früher geschehen, rein mechanisch erklärt werden. Die vorliegenden Untersuchungen zeigten, daß als Ursache nur das Licht in Frage kommt, und zwar tritt die Drehung ein, wenn die Unterseite des Blattes stärker beleuchtet ist als die Oberseite. In den meisten Fällen sind oberes und unteres Blatt in der gleichen Weise befähigt, den Reiz aufzunehmen, in einigen wenigen scheint nur das oben liegende Blatt den Reiz wahrzunehmen zu können. Welches Organ reizempfindlich ist, hängt in diesem Falle von der Lage zur Schwerkraftrichtung ab.

*Untersuchungen über die Hautdrüsen der Plumbaginaceen*; von W. Ruhland.

*Amitosen von Riesenkernen im Endosperm von Ranunculus acer*; von P. N. Schürhoff. Es wird die Befruchtung und Entwicklung des Endosperms beschrieben. In manchen Fällen wachsen die Kerne des Endosperms vor der Bildung der Scheidewände zu Riesenkernen heran, die sich dann auf amitotischem Wege simultan teilen. Später degenerieren die Kerne; es kommt in solchen Endospermen nicht zur Scheidewandbildung. Die Bilder der Amitosen sind völlig eindeutig und wegen der simultanen Teilung sind alle Stadien nebeneinander aufzufinden.

#### **Geographische Zeitschrift; Heft 9, September 1915.**

*Der Kriegsschauplatz der türkisch-persischen Grenze und seine Erdölvorkommen*; von F. Frech. Über die türkisch-persischen Erdölgebiete, die durchweg aus jungtertiärem Gebirge entspringen und sich A. im Bereiche des unteren Tigris (Tuz Charmati, Kerkuk, Gajara), B. am unteren Euphrat (Hit), C. in der persischen Provinz Chusistan bei Achwas am Karun ausdehnen, liegen Nachrichten vor, die bis auf Herodot und Strabo zurückgehen. Das englische Großunter-

nehmen am Karun hat neuerdings die Bedeutung dieser Erdölvorkommen für Handel und Weltverkehr noch unterstrichen. Die Bedeutung der Erdölvorkommen (A und auch C) beruht auf der Beschaffung der Betriebsstoffe für die Bagdadbahn; ferner besitzt das durch Eisenbahn und den schiffbaren Karun mit dem Schatt el Arab verbundene chusische (persische) Erdölgebiet besondere Wichtigkeit für die Ausfuhr und die Beheizung von Schiffen. Politisch gehören die Erdölgebiete am unteren Tigris (A) und Euphrat (B) zu der Türkei, während die von den Engländern erschlossenen Vorkommen am Karun (C) von den Türken besetzt gehalten werden.

*Corsica. Eine länderkundliche Skizze nach eigenen Beobachtungen und der Literatur*; von Georg Greim. Auf Grund eigener Reisen und der vorhandenen, spärlichen Literatur gibt der Verfasser einen Überblick über Corsica, von dem hier die erste Hälfte zum Abdruck kommt. Von den Verhältnissen der allgemeinen Lage und der Küsten ausgehend werden die Geologie und Morphologie, die Flüsse und das Klima besprochen, daran ein Überblick über die Vegetationsformationen geschlossen und dann die anthropogeographischen Verhältnisse, unter steter Bezugnahme der gerade hier vielfach sehr deutlich sichtbaren Einwirkung der Natur auf sie, in ihren einzelnen Zweigen behandelt. Die Tafel enthält eigene Aufnahmen des Verfassers, typische oder besonders interessante Gegenden und Siedlungsformen darstellend. Die zweite Hälfte soll voraussichtlich im Oktoberheft zum Abdruck gelangen.

#### **Meteorologische Zeitschrift; Heft 9, September 1915.**

*Windverhältnisse in der Höhe bei südöstlichem Unterwind in Wien*; von R. Dietzius. Die Tage mit südöstlichen Unterwinden bilden zwei Gruppen. Östliche Winde in der Höhe finden sich bei beständigem Schönewetter; westliche Winde in der Höhe drohen Schlechtwetter, und zwar NW-Wind mit Gewitter, großen Regenmengen und Abkühlung in der heißen, W-Wind mit plötzlicher Temperaturzunahme in der kalten Jahreszeit. Ein baldiges Herabdringen des W-Windes zum Boden steht meist nur dann bevor, wenn er bereits in geringe Höhen herabreicht.

*Über Witterung und Befinden des Menschen* ist ein sehr gekürzter Auszug aus einer gemeinsam mit Dr. Ernst Brezina in den Wiener Sitzungsberichten veröffentlichten Arbeit, welcher hauptsächlich das Methodische wiedergibt. Auf möglichst zuverlässige Weise wurde umfangreiches Material über leichte geistige Arbeit von Erwachsenen und Kindern und das Befinden von Epileptikern zur Witterung in Beziehung gesetzt. Überwiegender Einfluß wurde für keines der meteorologischen Elemente gefunden. Die deutlichsten Beziehungen bestehen zu raschen Luftdruckschwankungen (Wellen), daneben scheint der Temperatur und relativen Feuchtigkeit besondere unabhängige Wirkung zuzustehen. Die Lage zu Hoch- und Tiefdruckgebieten gibt unklarere Beziehungen als die zu Steig- und Fallgebieten des Luftdrucks. Als besonders deutliche Äußerung hätte vielleicht die Föhnkrankheit zu gelten.

*Das feuchte Thermometer als Wärmemaß und eine graphische Psychrometertafel*; von Joh. Schubert. Aus der Psychrometerformel ergibt sich durch Umstellung ein Ausdruck für den Wärmegehalt der Luft unter Einrechnung der Dampfwärme, der nur von der Angabe des feuchten Thermometers abhängig ist. In einem Koordinatensystem für Temperatur und Dampfdruck kann man bei passender Wahl des Maßstabes nach einer Psychrometerablesung Dampfdruck und Taupunkt leicht abgreifen. Die Figur (2) ist nicht ganz scharf geraten; im gewählten Beispiel liegt der Taupunkt bei 3,9°.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 49.

3. Dezember 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Das Optochin in der Augenheilkunde. Von *Prof. Dr. Levinsohn. Berlin.* S. 653.

Das Königliche Materialprüfungsamt in Lichterfelde-West bei Berlin und seine Aufgaben. Von *Dr. Werner Meckenburg, Berlin-Lichterfelde.* S. 656.

### Besprechungen:

Jaiser, Adolf, Farbenphotographie in der Medizin. Von *R. Schüttauf.* S. 661.

Möbius, M., Mikroskopisches Praktikum für systematische Botanik. Von *P. Mayer.* S. 662.  
Die Entwicklung der Brille IV. Von *M. v. Rohr.* S. 663.

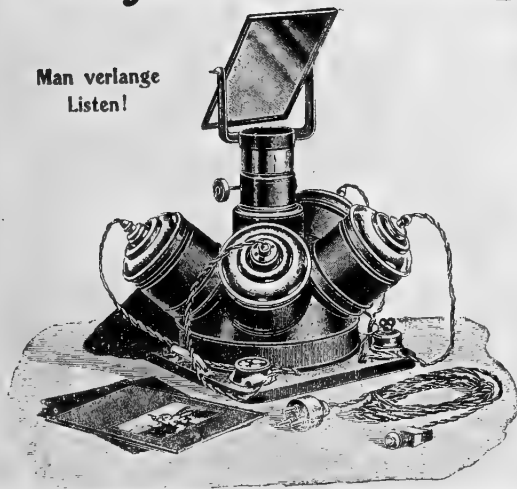
Kanitz, Aristides, Temperatur und Lebensvorgänge. Von *H. Pringsheim.* S. 664.

Austerweil, G., Die angewandte Chemie in der Luftfahrt. Von *P. Ludewig.* S. 664.

Kremann, Robert, Die elektrolytische Darstellung von Legierungen aus wässrigen Lösungen. Von *J. Koppel.* S. 664.

## Projektions-Apparate Liesegang

Man verlange  
Listen!



Neu!

Hochkerziges

Neu!

## GLOBOSCOP

entwirft scharfe, helle Lichtbilder nach jedem Papierbild. An jede elektrische Lichtleitung anzuschließen.

**Proj.-Apparate für Halbwattlampen!**

**Lichtbilder vom Kriegsschauplatz!**

**Ed. Liesegang, Düsseldorf**

Brieffach 124

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

## Reichsfinanzreform und Innere Reichspolitik 1906—1913

Ein geschichtliches Vorspiel zu den Ideen von 1914

Von

**Dr. Hans Teschemacher**

Preis M. 2.—

# ZEISS PUNKTAL-GLÄSER

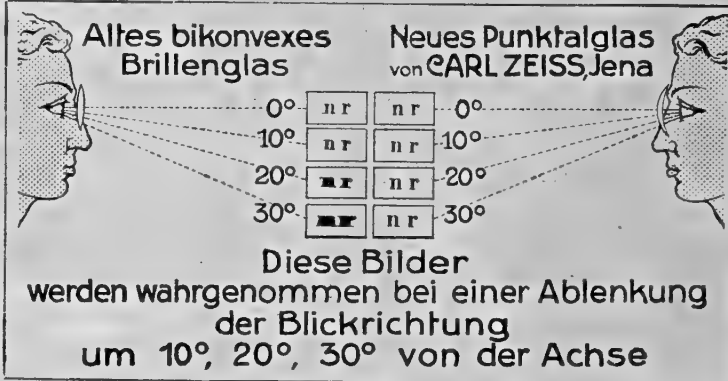
Neue punktuell abbildende Brillengläser

**Korrektions-  
brillengläser**

für Kurz- u.  
Weitsichtige

**Deutliche  
Abbildung**

bei jeder Blick-  
richtung von der  
Mitte bis zum  
Rand des Glases



**Wesentlich  
grösseres  
Blickfeld**

als bei den ge-  
wöhnlichen  
Brillengläsern

**Ausnutzung  
der  
natürlichen  
Beweglichkeit  
des Auges**

Der Träger von Zeiss-Punktalgläsern orientiert sich in der Umgebung ebenso wie der Normalsichtige durch das Blicken. Die Beweglichkeit seiner Augen wird nicht eingeschränkt wie es bei den alten Brillengläsern der Fall ist, die den Brillenträger beim Fixieren oben, unten oder seitlich gelegener Objekte zu Kopfwendungen nötigen.

Brillen mit Punktalgläsern sind daher ohne Mechanismus auch als Schießbrillen verwendbar

Zeiss - Punktal - Gläser  
sind nur durch Optiker  
zu beziehen

Berlin  
Hamburg



Wien  
Buenos  
Aires

Prospekt Opto 49  
kostenfrei

Für

chemische und elektrochemische Industrie

Papier- und Pappenfabrikation

Billige Terrains, Gleisanschluß,  
günstige Produktionsbedingungen,  
vorteilhafter Kraftbezug im Ver-  
sorgungsgebiet der Sächsischen  
Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft  
im Südwesten des  
Königreichs Sachsen

Näheres durch die Betriebsdirektionen der Werke:

Elektricitätswerk a. d. Lungwitz, Oberlungwitz in Sachsen  
Elektricitätswerk a. d. Pleiße, Werdau in Sachsen  
Elektricitätswerk Obererzgebirg, Schwarzenberg in Sachsen

## Das Optochin in der Augenheilkunde

Von Augenarzt Prof. Dr. Levinsohn, Berlin.

Trotz der überaus großen Fülle von Heilmitteln, welche in den letzten Jahrzehnten gegen die verschiedensten Krankheiten angewiesen sind und in immer neuen Formen angewiesen werden, gelingt es fast nie oder jedenfalls nur selten, etwas Wirksames und Brauchbares zu gewinnen. Der wesentliche Grund für diese Erscheinung dürfte auf den Umstand zurückzuführen sein, daß die Erzeugung neuer Mittel in der Regel nur von symptomatischen Gesichtspunkten ausgegangen ist und sich begnügt hat, Verbesserungen schon vorhandener chemischer Produkte herbeizuführen oder besonders hervortretende Krankheitserscheinungen zu beseitigen, ohne das Wesentliche der Krankheit selbst, die *Ursache* derselben, bei Vermeidung einer Schädigung des menschlichen Organismus anzugreifen.

Es kann daher mit um so größerer Freude begrüßt werden, daß auf der Basis der von Ehrlich inaugurierten *experimentellen Chemotherapie* ein Mittel gefunden ist, welchem im Kampfe gegen einen sehr wichtigen Feind des Menschen, den *Pneumokokkus lanceolatus*, eine fundamentale Bedeutung zukommt. Dieses Mittel ist das von Morgenroth angegebene Derivat des Chinins, das *Äthylhydrocuprein* oder *Optochin*. Die Prinzipien, auf denen die Wirkung dieses Mittels beruht, die allmähliche Entwicklung der Forschungen, die schließlich zur Einführung dieses Mittels führten, hat Morgenroth selbst in dieser Zeitschrift vor zwei Jahren dargestellt<sup>1)</sup>.

Wir haben gesehen, daß die *Hauptschwierigkeiten*, welche sich der Anwendung von *spezifisch wirkenden chemischen Mitteln* entgegenstellen, darauf beruhen, daß diese Mittel entweder neben ihrer Wirkung auf Bakterien und deren schädigende Produkte den Organismus selbst zu stark angreifen oder aber in blut- und eiweißhaltiger Flüssigkeit ihre Wirksamkeit mehr oder weniger verlieren, also im *Reagenzglas* zwar eine außerordentliche Desinfektionskraft besitzen, für den *menschlichen Organismus* indes ganz unbrauchbar sind. Ein genaueres Eingehen auf diese Verhältnisse erübrigt sich daher, und es bleibt nur übrig, das Optochin auf seinen *praktischen Wert*, der ihm nach den bisherigen Erfahrungen zukommt, zu prüfen. Auch hier beschränke ich mich darauf, nur auf die *Wirksamkeit*

des neuen Mittels in der Augenheilkunde einzugehen, da die Erfahrungen, die hier gewonnen sind, schon zu einem *abschließenden Urteile* berechtigen, während diese in den übrigen Zweigen der Medizin eine derartig sichere Beurteilung zurzeit noch nicht zulassen.

Für die *Behandlung mit Optochin* liegen die Verhältnisse in der Augenheilkunde allerdings *besonders günstig*. Ermöglicht doch die exponierte Lage des Auges dem Heilmittel, die Krankheits-erreger *direkt oder fast direkt* anzugreifen und so schnell und sicher unschädlich zu machen. Das gilt besonders für die so wichtige *Erkrankung der Hornhaut*, das *Ulcus corneae serpens*. Dazu kommt, daß bei dieser Erkrankung die Infektion in der Regel auf ein bestimmtes Bakterium beschränkt bleibt, daß demnach meist nie eine Mischinfektion vorliegt und eine gegen die betreffenden Krankheitserreger gerichtete spezifische Behandlung einen vollen Erfolg zeitigen kann.

Durch die Untersuchungen von Gasparini, Basso, Uthoff und Axenfeld ist der exakte Nachweis erbracht, daß wenigstens in vier Fünftel aller Fälle von Ulcus corneae der Fränkel-Weichselbaumsche *Diplokokkus lanceolatus* (Pneumokokkus) als *alleinige Krankheitsursache* in Frage kommt. Die große Schwierigkeit, welche der Behandlung dieser höchst gefährlichen Erkrankung entgegentritt, ist hauptsächlich dadurch bedingt, daß es bisher sehr häufig nicht möglich war, durch konservative Behandlung eine Fortpflanzung der Pneumokokken hinten zu halten und so die Ausdehnung des Geschwürs in die Fläche und in die Tiefe zu verhindern. Sehr schnelle Einschmelzung der Hornhaut und mehr oder weniger starke Herabsetzung der Funktion des Auges waren daher oft die vererblichen Folgen dieser gerade von Augenärzten sehr gefürchteten Erkrankung. Zwar gelang es in einer Anzahl von Fällen mit einfachen Mitteln, insbesondere mit Jodoform, Orthoform, Xeroform, Hydrarg. oxycyanat. und ähnlichen Substanzen des Pneumokokkenulcus schnell Herr zu werden, in der Regel aber war man gezwungen, durch energische Maßnahmen den Verlust des Auges aufzuhalten. Insbesondere war es die Ausglühung des Ulcus mit der Platinschlinge, welche namentlich in den letzten Jahrzehnten die Therapie beherrschte. Aber auch hier gelang es nicht immer beim ersten Male, das Weiterkriechen des Geschwürs zu beseitigen, und es mußte oft zur Wiederholung der Galvanokaustik geschritten werden. Wenn man berücksichtigt, daß die Hornhaut ein sehr empfindliches, membranöses Gewebe von ca.

<sup>1)</sup> Jahrg. 1, 1913, S. 609.

12 mm Durchmesser darstellt, dessen Funktion an die vollkommenste Durchsichtigkeit geknüpft ist, so kann man sich vorstellen, was jede Galvano-kaustik für das Auge zu bedeuten hat. Man war daher meist schon froh, wenn man auch nur einen *Bruchteil der Sehkraft* in einem von *Ulcus serpens* befallenen Auge retten konnte. Aber selbst mit wiederholten Ausglühungen gelang es nicht immer, dem Fortschreiten des Geschwürs Einhalt zu tun, und so war man denn gezwungen, zu der von *Saemisch* empfohlenen Spaltung des Hornhautgeschwürs seine Zuflucht zu nehmen. In anderen Fällen griff man von vornherein zu diesem Hilfsmittel. Es kann nicht geleugnet werden, daß es auf diesem Wege oft noch gelang, Augen, die fast verloren schienen, zu retten; aber entsprechend dem schweren Eingriff naturgemäß mit einer Entstellung der Augenform und mit einer stets sehr erheblichen Beeinträchtigung der Sehfähigkeit. In vereinzelten günstigen Fällen gelang es schon durch Öffnung der Vorderkammer des Auges, zum Ziele zu gelangen, einer Prozedur, welche auf die Entwicklung des Pneumokokkus einen ungünstigen Einfluß ausübt. Bessere Erfolge als die galvanokaustische Behandlung zeitigte die in letzter Zeit von *Weekers* geübte Thermotherapie und die von *Wessely* empfohlene Bestrahlung des Hornhautgeschwürs mit heißem Dampf. Aber auch diese führt neben der Vernichtung der Pneumokokken zu einer, wenn auch geringeren Schädigung noch gesunden Hornhautgewebes und somit in jedem Falle zu einer stärkeren Funktionsstörung.

Die Schädigung des zarten Hornhautgewebes, die mit allen diesen Mitteln verbunden war, legte den Gedanken nahe, auf *spezifischem* Wege die Pneumokokken-Infektion anzugreifen. *Römer* war es, welcher vermittle der *Serumtherapie* den Kampf gegen das Hornhautgeschwür aufnahm. Er erzielte auch hiermit gewisse Erfolge, wenn auch nicht in allen Fällen. Die Behandlung hat sich aber — abgesehen von ihrer Kostspieligkeit — nicht bewährt. Sie versagte sehr häufig und mußte versagen in Anbetracht der sehr großen Mannigfaltigkeit und Verschiedenartigkeit der Pneumokokkenstämme.

Die von *Morgenroth* empfohlene Behandlung mit *Optochin* rief nun in der Therapie des *Ulcus serpens* einen *vollständigen Umschwung* hervor. Die Unsicherheit aller bisher geübten Verfahren, die Ungewißheit, ob es im einzelnen Falle gelingen wird, das Fortschreiten des *Ulcus* aufzuhalten, sind geschwunden und haben dem *sicheren Gefühle Platz gemacht, das Krankheitsbild nunmehr zu beherrschen*. Wir wissen jetzt, daß es in jedem Falle von reinem Pneumokokkenulcus — vorausgesetzt, daß es nicht allzuspät in Behandlung kommt — gelingt, *das Geschwür auf seinen Herd zu beschränken, es schnell zur Heilung zu bringen und somit der Hornhaut zu einem großen Teil die Durchsichtigkeit zu erhalten*. Die

Erfahrungen, die zu dieser Auffassung berechtigenden, sind schon recht umfangreiche. Der erste Bericht über die günstige Wirkung des *Optochins* stammt von *Leber* und *Goldschmidt* aus dem Jahre 1913. Durch die ausführliche Publikation des letzteren über 31 Fälle wird die ausgezeichnete Wirkung, selbst in schweren Fällen, aufs beste illustriert. Der sich unmittelbar anschließenden Arbeit von *Schur* über die Behandlung von 14 Fällen von *Ulcus corneae* entnehmen wir, daß, seitdem in der Tübinger Augenklinik die Behandlung des Hornhautgeschwürs mit *Optochin* eingeführt wurde, der Galvanokauter nicht mehr zur Verwendung gelangte. Es folgen nun zahlreiche Veröffentlichungen über *Optochin*, die sich alle in gleich günstigem Sinne aussprechen, von denen diejenigen von *Darier*, *Kuhnt*, *Kümmell*, *Holth*, *Wiener*, *Gradle*, *Distler*, *Kraupa*, *Maggi*, *Schwartzkopf*, *Dimitrio*, *Kandiban*, *Natanson*, *Axenfeld* und *Plocher*, *Stengele* hervorgehoben sein mögen. Die letzte umfassende Arbeit ist die von *Cavara* über 55 Fälle von *Ulcus serpens* der verschiedensten Stadien. Das Endurteil dieses Autors ist folgendes: „Die Gesamtheit der Resultate läßt den Schluß zu, daß dem *Optochin* ein wichtiger Platz in der Behandlung des *Ulcus serpens* der Hornhaut zukommen wird. Der sofortige Stillstand der Progression, die relativ schnell fortschreitende Heilung, welche mit einem Minimum von Schädigungen des Visus verknüpft ist, stellt ein Resultat dar, welches an und für sich diese Therapie empfiehlt.“

Allen diesen günstigen Urteilen kann ich mich auf Grund meiner — allerdings nur geringen — Erfahrungen (8 Fälle) vollkommen anschließen. Wenn man es einmal erlebt hat, wie ein ausgesprochenes, größeres Pneumokokkenulcus, das dem Glühesisen verfallen zu sein und dessen drohendes Vorwärtskriechen gar nicht mehr aufzuhalten schien, nach 24stündiger Behandlung durch *Optochin* seinen Charakter völlig geändert hatte, und aus dem gefahrdrohenden Geschwür ein unschuldiger Hornhautprozeß geworden war, so ist man leicht geneigt, die Wirkung des *Optochins* geradezu als wunderbar zu bezeichnen. Freilich wirkt das *Optochin* nicht in allen Fällen mit gleicher Schnelligkeit. Es bedarf nicht selten tage-, mitunter sogar wochenlangender fortgesetzter Behandlung mit *Optochin*, um die drohende Gefahr des Fortschreitens eines *Ulcus serpens* für immer zu beseitigen. Auch scheinbarer Stillstand und nicht selten Rezidive sind beobachtet worden. So sah ich einen Fall, bei dem das *Ulcus* nach einigen Tagen zum Stillstand gekommen schien, um nach 14tägiger Behandlung plötzlich in äußerst gefahrdrohender Weise wieder in Erscheinung zu treten. Eine sofort einsetzende, sehr energische Behandlung brachte dann allerdings sehr schnelle Heilung. Ähnliche Fälle sind in der Literatur mehrfach beobachtet worden.



Sehr viel hängt von der *Art und Weise* ab, wie die *Optochintherapie* geübt wird. Wenn in sehr vereinzelt Fällen von einem Versagen derselben berichtet wird, so erscheint es noch fraglich, ob es durch eine gleich im Anfang einsetzende sehr energische Behandlung nicht gelingen wird, das Auftreten von Rezidiven überhaupt zu verhindern und in jedem Falle einen prompten Erfolg zu erzielen. Die zweckmäßigste Form der Optochintherapie ist aufgebaut neben den klinischen Beobachtungen auf den Experimentaluntersuchungen von *Morgenroth* und seinen Mitarbeitern, ferner besonders von *Wright*, *Tugendreich* und *Russo*, sowie *Cavara*. Diese Versuche haben ergeben, daß selbst eine außerordentlich verdünnte Lösung von Optochin in Serum die Pneumokokken sehr schnell zum Absterben bringt. Sie ergaben die nicht minder wichtige Tatsache, daß die Hornhaut Optochinlösungen bis zu 5 % ohne jeden Schaden verträgt, und daß selbst Einspritzungen in die Vorderkammer in einer Verdünnung von 1 : 500 nur eine vorübergehende leichte Reizung der Iris hervorrufen.

Einen anderen, sehr wichtigen Gesichtspunkt für eine zweckmäßige Optochintherapie bildet die *Arzneifestigkeit* der Pneumokokken, die — wie *Ehrlich* dies zuerst allgemein für alle Mikroorganismen festgestellt hat — auch bei ungenügender Optochinbehandlung sehr schnell in die Erscheinung tritt. Gerade die Arzneifestigkeit zwingt daher, das Pneumokokkenulcus von vornherein mit sehr starken Optochinlösungen in Angriff zu nehmen. Am besten und wirksamsten erweist sich die von *Schur* zuerst empfohlene mehrmalige Betupfung des Hornhautulcus mit einem in 2-proz. Optochinlösung getauchten Wattebausch und darauf folgende einstündige Instillationen von 1-proz. Optochin. An Stelle der Lösung kann auch das Optochin in einer Salbengrundlage verordnet werden. Wichtig ist ein Zusatz, den *Morgenroth* der Arbeit von *Cavara* angefügt hat, daß Atropinum sulfur. und Optochinum hydrochlor. nicht zusammen in der gleichen Lösung verordnet werden dürfen, da dann Optochinum sulfur. entsteht, das in Wasser wenig löslich ist. Dies muß deshalb betont werden, weil nach den ersten Mitteilungen und wohl auch jetzt die beiden Substanzen vielfach in Mischung verordnet worden sind. Immerhin scheint diese Vermischung nicht von allzugroßer Bedeutung zu sein, da trotz derselben die schon erwähnten vorzüglichen Resultate erzielt wurden.

Außer dem Ulcus serpens spielt das Optochin auch bei den *andern Pneumokokkenkrankungen des Auges* eine Rolle. Hier kommt zunächst die *eitrige Tränensackkrankung* in Frage. Es ist besonders wertvoll, daß wir mit diesem Mittel wenigstens vorübergehend die eitrige Sekretion hierbei zu sistieren imstande sind. So wird es möglich, Hornhauterkrankungen mit Optochin zu behandeln, ohne vorher den Tränensack zu entfernen. Ob es gelingen wird, dieser Erkrankungen,

ebenso der Pneumokokkenkonjunktivitis und der *operativen Wundinfektion* prophylaktisch und therapeutisch mit Optochin Herr zu werden, läßt sich zurzeit noch nicht mit Sicherheit behaupten, da genügende Erfahrungen in dieser Richtung noch nicht vorliegen. Eine spezifische Behandlung der Tränensackkrankung und der Konjunktivitis ist aber nur von untergeordneter Bedeutung, weil diese Erkrankungen das Sehvermögen viel weniger bedrohen und auch auf anderem Wege der Heilung zugänglich sind. Der *Hauptwert*, den das Optochin in der Augenheilkunde besitzt, liegt in seiner *ausgezeichneten Wirkung auf das Hornhautulcus*.

Die große soziale Bedeutung, die der Behandlung mit diesem Mittel zukommt, wird am besten aus folgenden *statistischen Zahlen* ersichtlich:

*Brandenburg* stellte im Jahre 1891 bei der Rheinischen Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft 410 Augenverletzungen fest, unter denen sich 197 — also fast 50 % — durch *Ulcus serpens* betroffene Unfälle befanden. *Römer* fand unter den bei den land- und forstwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften für Unterfranken-Aschaffenburg im Jahre 1893 als Augenverletzungen angemeldeten Unfällen 58,3 %, im Jahre 1894 70,5 %, 1895 37,9 %, 1896 37,9 %, 1897 63,1 %, 1898 48,3 %, 1899 66,6 %, 1900 54 % und 1901 60 % nur durch Ulcus serpens bedingte Unfälle. Von den Verletzten sind diejenigen, die wegen eines Ulcus serpens entschädigt wurden, fast dauernd im Besitz einer Rente geblieben. Nach den Angaben von *Römer* befinden sich in Deutschland 44 land- und forstwirtschaftliche und 49 Berufsgenossenschaften der industriellen Betriebe. Wenn in letzteren die Unfälle durch Ulcus serpens auch nicht so häufig wie in der Landwirtschaft vorkommen, so sind sie doch hier durchaus nicht selten zu nennen, und es ergibt sich daher die Tatsache, daß nicht nur Millionen an Unfallrenten für Ulcus serpens bezahlt werden, sondern daß auch die *Erwerbsfähigkeit, ja die Wehrfähigkeit unseres Volkes durch diese Erkrankung in recht erheblichem Maße eine Einbuße erleiden*. *Römer* kommt zu folgendem Schlusse: „Wenn man sich dies vergegenwärtigt und dazu die Summe berücksichtigt, welche die Verpflegung dieser Verletzten während ihrer Behandlung verschlungen hat, und wenn man weiter bedenkt, welches Maß von Arbeitskraft und Lebensfreude für die Verletzten selbst verloren geht, so erhält man erst ein richtiges Bild, welche große Bedeutung das Ulcus serpens für das Leben der Familie, des Volkes und für den Staat besitzt.“ Man ist daher wohl berechtigt, das Ulcus serpens als eine *sehr gefährliche Volksaugenkrankheit* zu bezeichnen. Der Nutzen, den das Optochin hier stiften wird, ist demnach ein ganz eminenter, ganz besonders in der Landwirtschaft, wo es vielleicht gelingen wird, durch geeignete Maßnahmen die Häufigkeit im Auftreten des Ulcus serpens auf eine geringere Zahl von Fällen zurückzuführen, ganz

bestimmt aber die Schädigungen, welche das *Ulcus serpens* im Gefolge hat, sehr wesentlich herabzusetzen. Das *Optochin* dürfte daher gerade für die Landwirtschaft ein Faktor von hoher sozialer Bedeutung werden.

Es fragt sich nun, in welcher Weise die Nutzanwendung am zweckmäßigsten stattfinden kann. Von der Tatsache ausgehend, daß es selbst bei pneumokokkenhaltigem eitrigem Tränensacksekret gelingt, das Fortschreiten des *Ulcus serpens* zu verhindern, ja selbst zur Heilung zu bringen, schlägt *Cramer* vor, durch umfangreiche Versuche in großen landwirtschaftlichen Betrieben mit systematischen Einträufelungen von *Optochin* festzustellen, ob das Auftreten von *Ulcus serpens* ganz oder wenigstens zum Teil vermieden werden kann. Es mag dahingestellt bleiben, ob es auf diese Weise gelingen wird, praktische Erfolge zu erzielen. Allen derartigen Versuchen steht die Indolenz der unteren Volksschichten gegen medikamentöse Maßnahmen und auch die Umständlichkeit gegenüber, welche mit denselben in jedem Falle verknüpft ist. Von viel größerer Wichtigkeit scheint mir eine richtige Belehrung des Volkes über die Bösartigkeit des Leidens und ihre Heilbarkeit bei zweckmäßiger Behandlung zu sein. Eine solche Belehrung dürfte nur geringen Schwierigkeiten begegnen und wird sicherer zu dem gewünschten Ziele einer energischen Bekämpfung des *Ulcus serpens* führen. Vor allem aber ist es unbedingt nötig, Maßnahmen zu treffen, welche es ermöglichen, jedes *Ulcus*, ja jede Hornhautverletzung von vornherein mit *Optochin* zu behandeln. Es muß dafür gesorgt werden, daß eine Vertrauensperson oder noch besser der sofort hinzuzuziehende Arzt eine frische *Optochin*-Lösung in derartigen Fällen sofort einzuträufeln in der Lage ist. Nur so ist die Möglichkeit geschaffen, die Pneumokokkeninfektion schnell zu beseitigen oder wenigstens in ihrer Entwicklung aufzuhalten und dadurch zu verhindern, daß jene desolaten Fälle von Hornhautulcus zum Spezialisten in Behandlung kommen, die eine Aussicht auf Erfolg von vornherein ausschließen. Die weitere Behandlung eines Hornhautulcus findet mit Rücksicht auf die Schwere und Kompliziertheit der Erkrankung am zweckmäßigsten in einer Augenklinik statt, und es wird daher nach dem Vorschlage von *Axenfeld* notwendig sein, jedes Hornhautulcus so schnell wie möglich einer Augenheilstation zuzuführen. *Durch das Optochin ist uns der Weg gezeichnet, auf dem wir die gefährliche Volksaugenkrankheit des Hornhautgeschwürs schnell und wirksam bekämpfen können.* Es kann als ein äußerst wertvolles Heilmittel angesehen werden, dessen richtige Nutzanwendung zu großem Segen gereicht.

#### Literatur:

Die Literatur ist zusammengefaßt in der Arbeit von *V. Cavara*: Spezifische *Optochin*therapie der Pneumokokkeninfektionen der Hornhaut. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* 44. Bd., 1916, S. 801.

*G. Brandenburg*: Über Augenverletzungen im landwirtschaftlichen Betriebe. *Zeitschr. f. Augenheilkunde* Bd. V, S. 345.

*P. Römer*: Weitere Untersuchungen zur Serumtherapie des *Ulcus corneae serpens*. Bericht über die 30. Versammlung der ophthalm. Gesellsch. Heidelberg 1902, S. 2.

*E. Cramer*: Das *Ulcus corneae serpens*, seine jetzige Behandlung und zukünftige Verhütung. *Zeitschr. f. ärztliche Fortbildung* 1915, Nr. 14.

## Das Königliche Materialprüfungsamt in Lichterfelde-West bei Berlin und seine Aufgaben.

Von Dr. Werner Mecklenburg,  
ständigem Mitarbeiter im Amt.

Die glänzenden Leistungen der Technik, die unserem Zeitalter den Namen eines Zeitalters der technischen Kultur eingetragen haben, stellen an die verschiedenen Materialien, deren sich der Techniker bei der Verwirklichung seiner Ideen bedient, die höchsten Anforderungen, ja in vielen Fällen hängt der technische Erfolg in erster Linie davon ab, ob es dem Techniker gelingt, das geeignete Material für die Durchführung seiner Pläne zu erhalten. „Jahrelang haben wir“ — so erzählt *Ernst Abbe*<sup>1)</sup> von seinen in Gemeinschaft mit *Carl Zeiß* durchgeführten Arbeiten — „neben wirklicher Optik sozusagen noch Phantasieoptik getrieben, Konstruktionen in Erwägung gezogen mit hypothetischem Glase, das nicht existierte, indem wir Fortschritte diskutierten, die möglich werden würden, wenn die Erzeuger des Rohmaterials dahin zu bringen sein würden, für fortgeschrittene Aufgaben der Optik sich zu interessieren.“ Den Mann, der ihm das ersehnte Material zu liefern bereit war und vermochte, fand *Abbe* in *Otto Schott*, und aus dem Bündnisse zwischen beiden, dem phantasiebegabten Physiker und dem verständnisvollen Chemiker, erwuchs der stolze Baum der praktischen Optik, dessen Früchte heute die ganze Welt bewundert. Aber nur in den seltensten Fällen wird sich der Techniker mit Aufgaben beschäftigen, die — in Ermangelung von geeignetem Material — zunächst noch in das Reich der Phantasie gehören, in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle wird er mit dem vorhandenen Material rechnen. In diesem Normalfalle kommen nun zwei Gesichtspunkte in Betracht: einerseits muß der Techniker die grundsätzliche Leistungsfähigkeit des Materials an sich kennen, er muß wissen, was er dem Material überhaupt zumuten darf, andererseits muß er aber auch die Sicherheit haben, daß auch die von ihm zufällig benutzte Materialprobe den Anforderungen entspricht, die zu stellen er berechtigt ist. Es kann ihm, um ein Beispiel zu gebrauchen, nicht genügen, zu wissen, daß er diese oder jene Konstruktion mit gutem Flußeisen ausführen kann,

<sup>1)</sup> Vgl. *F. Auerbach*, Das *Zeißwerk* und die *Carl-Zeiß-Stiftung* in Jena. Jena 1904, Verlag von *Gustav Fischer*.

er muß sich auch davon überzeugen können, daß das ihm von der betreffenden Firma gelieferte Flußeisen einwandfrei ist. Aus der Beschäftigung mit diesen beiden Aufgaben, der Feststellung der Leistungsfähigkeit eines gegebenen Materials im allgemeinen und der einwandfreien Beschaffenheit einer individuellen Materialprobe ist das Materialprüfungswesen entstanden.

Ursprünglich auf Erfahrungen in der praktischen Verwendung gegründet, ist die Aufgabe der sachgemäßen Beurteilung der Materialien mit den Fortschritten der Technik wie alle Zweige des technischen Wissens mehr und mehr zu einem Sonderfache, dem Materialprüfungswesen, geworden. Besondere Methoden wurden geschaffen, deren Ausübung außer großer Erfahrung oft kostspielige Apparate und Einrichtungen voraussetzt, wie sie der Industrie im allgemeinen nicht zur Verfügung stehen, und so hat denn sinngemäß das Materialprüfungswesen besondere Pflegstätten in den Materialprüfungsämtern gefunden, deren größtes wohl das Königliche Materialprüfungsamt in Lichterfelde-West bei Berlin sein dürfte.

„Das Königliche Materialprüfungsamt hat die Aufgabe:

- a) die Verfahren, Maschinen, Instrumente und Apparate für das Materialprüfungswesen der Technik im öffentlichen Interesse auszubilden und zu vervollkommen;
- b) die Prüfung von Materialien und Konstruktionsteilen
  1. im öffentlichen oder wissenschaftlichen Interesse, soweit die Mittel durch den Etat oder durch Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden, oder
  2. gegen Bezahlung nach der Gebührenordnung für Antragsteller (Behörden und Private) auszuführen und über den Befund amtliche Zeugnisse und Gutachten auszustellen;
- c) auf Verlangen beider Parteien als Schiedsrichter in Streitfragen über die Prüfung und Beschaffenheit von Materialien und Konstruktionsteilen der Technik zu entscheiden.

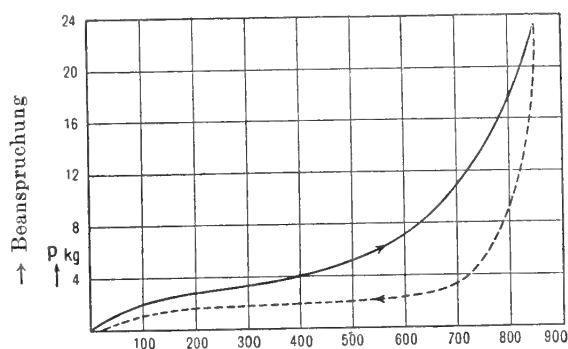
Zu den Obliegenheiten des Amtes gehört ferner, soweit seine Inanspruchnahme dies zuläßt,

- d) der Unterricht und die Abhaltung von Übungen für die Studierenden der technischen Hochschule;
- e) die Ausbildung von jungen Leuten aus der Praxis im Materialprüfungswesen sowie
- f) die Unterstützung der Sonderforschung auf bestimmten Gebieten des Materialprüfungswesens durch Gewährung der Mitbenutzung von Einrichtungen des Amtes an fremde Forscher.“

Diesen umfangreichen Arbeitsplan sucht das Amt in einer allgemeinen und sechs Sonderabteilungen, drei mechanischen, nämlich der Abteilung für Metallprüfung, der für Baumaterialprüfung und der für papier- und textiltechnische Prüfungen,

und drei chemischen, nämlich der Abteilung für Metallographie, der für allgemeine Chemie und der für Ölprüfung, zu verwirklichen.

Der *allgemeinen Abteilung* liegt außer der allgemeinen Verwaltung und Überwachung des Betriebes (Bureau, Kasse, Registratur und Kanzlei, Kraftzentrale mit Kessel- und Akkumulatorenbetrieb, Werkstatt, photographisches Atelier, Bücherei und Sammlung) die mechanische Prüfung der Kautschukmaterialien ob. Das zurzeit zur Prüfung der Weichgummisorten am häufigsten angewendete Verfahren dürfte wohl der Zugversuch sein. Aus dem betreffenden Material wird in geeigneter Weise ein Probering mit einem inneren Durchmesser von 4,46 mm, einer Breite von 4 und einer Dicke von 6 mm hergestellt und in einer Zerreißmaschine von der Art der zur Prüfung von Papier und von Textilwaren gebrauchten Schopperschen Festigkeitsprüfer allmählich gedehnt, bis der Probering zerreißt. Der Grad der Dehnung, den der Ring in jedem Augenblick des Versuches und schließlich auch im Augenblick des



→ Dehnung in Prozenten der ursprünglichen Länge

Fig. 1. Allgemeiner Verlauf eines Zugversuches mit Weichgummi.

Zerreißen erreicht hat, sowie die Kraft, welche zum Zerreißen erforderlich ist, wird gemessen und kann an je einer Skala der Maschine unmittelbar abgelesen werden. Führt man den Versuch nicht bis zum Zerreißen der Probe fort, sondern läßt die Beanspruchung des Ringes vorher allmählich wieder zurückgehen, so beobachtet man, wie aus Fig. 1 hervorgeht, eine Hysteresis: Der auf gleiche Beanspruchung bezogene Grad der Dehnung ist bei abnehmender Beanspruchung erheblich größer als bei zunehmender Beanspruchung, eine Erscheinung, die ebenfalls zur Beurteilung des Materials herangezogen werden kann. Ein anderes Verfahren, die Zermürbungsprobe, beansprucht das Material in einer der Beanspruchung von Gummireifen von Fahrrädern und Automobilen ähnlichen Weise. Man schneidet aus dem zu untersuchenden Material Kugeln von 30 mm Durchmesser und läßt sie unter Druck in einer kreisförmigen Rinne laufen. Hierbei werden die Kugeln einerseits von der Oberfläche her abgenutzt, andererseits von innen her zermürbt. Zur Beur-

teilung des Materials dient das Aussehen der Kugeln nach einer bestimmten Anzahl von Umläufen und der Gewichtsverlust, den sie bei dem Versuche erlitten haben. Fig. 2 gibt einige charakteristische Bilder der Erscheinung.

In der Abteilung für Metallprüfung werden vornehmlich Materialien und Konstruktionsteile für das Bauingenieurwesen und den Maschinenbau geprüft und Festigkeitsuntersuchungen aller Art,

keit, Elastizität, Härte, Zähigkeit), die technologischen Eigenschaften (Bildsamkeit im weitesten Sinne des Wortes, d. h. Eignung zur Verarbeitung durch Hämmern, Ziehen, Kneten, Gießen, Schweißen, Leimen, Kitten usw.), physikalische Eigenschaften (spezifisches Gewicht, spezifische Wärme usw.) und chemische Eigenschaften (Widerstandsfähigkeit gegen den Angriff von Säuren, von Laugen, von Wasserdampf usw.) einteilen. Unter die-

### Abnutzungsversuche.

#### Ergebnisse der Prüfung

drei verschiedener Gummisorten auf dem Abnutzungsapparat Bauart Martens [Kugelform]

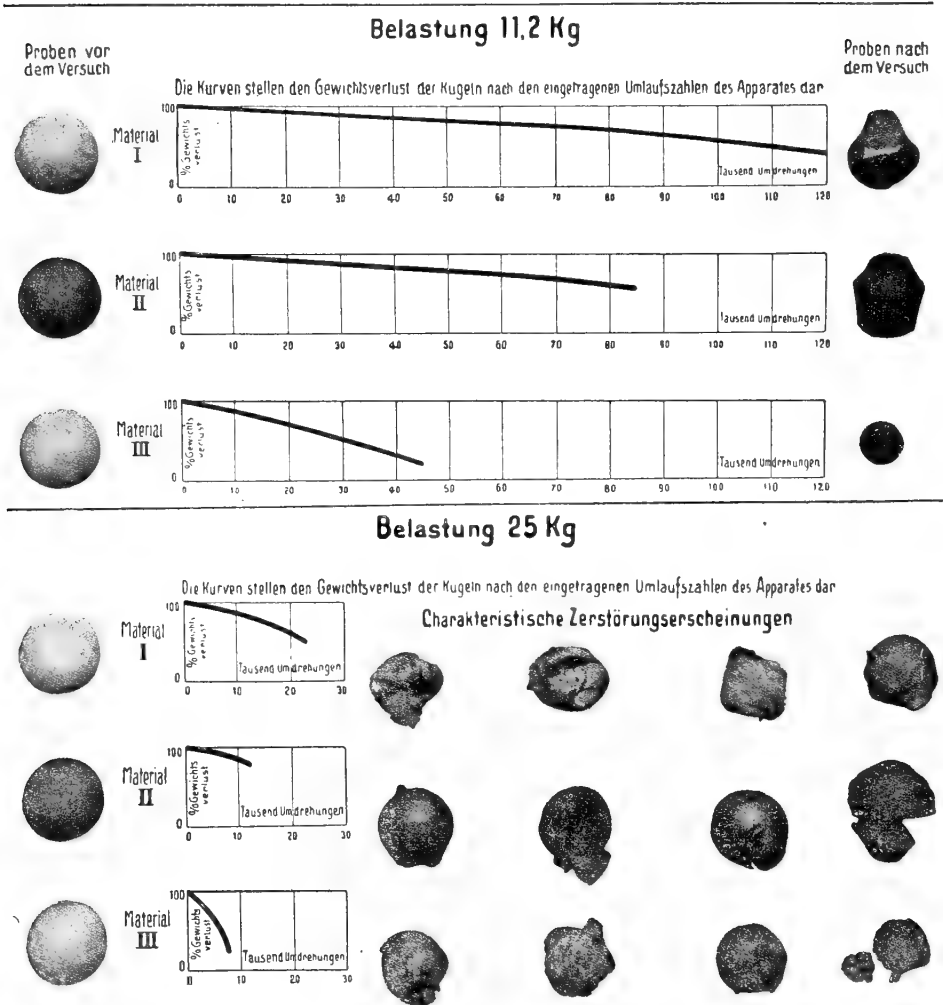


Fig. 2.

physikalische Prüfungen, Untersuchungen von Materialprüfungsmaschinen und -apparaten ausgeführt.

Die Eigenschaften, die Konstruktionsmaterialien besitzen müssen, wenn anders sie ihre Aufgabe richtig erfüllen sollen, lassen sich in drei Gruppen, die mechanischen Eigenschaften (Festig-

sen Eigenschaften ist eine der wichtigsten zweifellos die Festigkeit, und deren Bestimmung ist daher eine besonders häufige Aufgabe des Materialprüfers.

Von den verschiedenen Arten der Festigkeit kommen vor allen Dingen zwei in Frage, die Zugfestigkeit und die Druckfestigkeit.

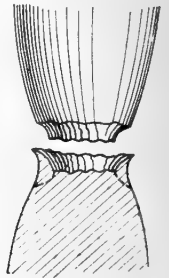


Fig. 3.



Fig. 4.

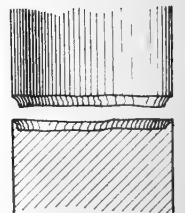


Fig. 5.

Fig. 3—5. Typische Bruchformen beim Zerreißversuch.

Zur Ermittlung der Zugfestigkeit wird aus dem gegebenen Material zunächst ein Normalstab, d. h. ein Stab von ganz bestimmter Größe und Form, hergestellt. Spannt man diesen Stab in eine Prüfmaschine ein und zieht an beiden Enden, so wird der Stab anfangs gedehnt, und zwar verteilt sich die Dehnung annähernd gleichmäßig über die Gesamtlänge des Stabes, bei weiterem Zuge aber treten an einzelnen Stellen Einschnürungen auf, und schließlich zerreißt der Stab an einer Einschnürungsstelle. Der Grad der Einschnürung hängt von der Natur des Materials ab. Bei sehr weichem Material, so z. B. bei Blei, bei erhitztem Glase usw., ziehen sich runde Normal-

bestimmter Größe und Form aus bestimmter Höhe auf das Probestück herab, das entweder glatt auf einer Unterlage aufliegt oder, wie Eisenbahnschienen beim Schlagbiegeversuch, nur an den Enden

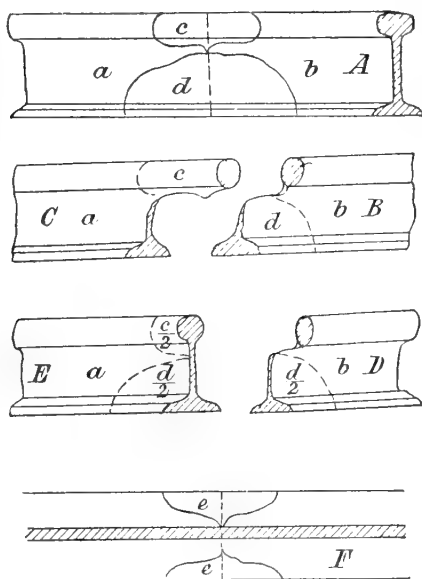
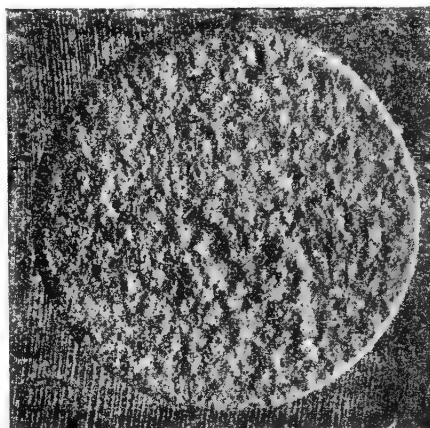


Fig. 6. Typische Bruchformen von Eisenbahnschienen beim Schlagbiegeversuch.

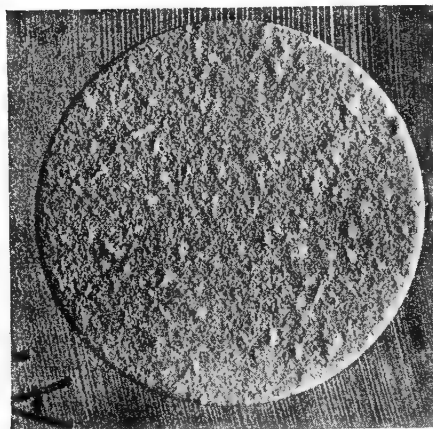
stäbe zu Spitzen, flache Normalstäbe zu Schneiden aus, während bei sehr sprödem Material (Stahl, Gußeisen usw.) der Querschnitt des Stabes kaum eine Veränderung erleidet. Einige typische Bruchformen sind in Fig. 3 bis 5 wiedergegeben.

Auch beim Druckversuch, der in der Weise ausgeführt wird, daß Probekörper von bestimmter Gestalt zusammengedrückt werden, verhalten sich Stoffe von verschiedenem Sprödigkeitsgrade ganz verschieden. Weiche Körper werden flach gedrückt, spröde Körper werden durch den Druck zertrümmert.

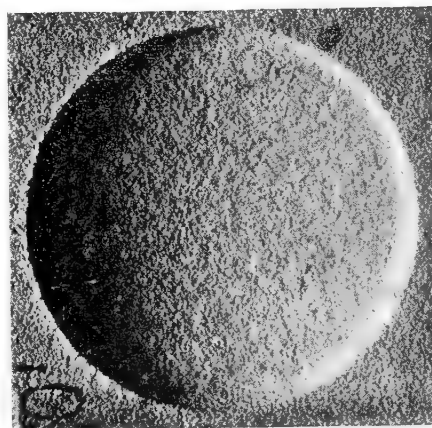
Beim Zug- und Druckversuch wird die Beanspruchung des Materials allmählich bis zur Höchstgrenze gesteigert, in vielen Fällen aber wird das Material bei der praktischen Verwendung in ganz anderer Weise, nämlich wie etwa Eisenbahnschienen, durch Schlag oder Stoß beansprucht. Selbstverständlich wird auch diese Art der Beanspruchung im Materialprüfungswesen berücksichtigt. In Fallwerken fallen Gewichte von



Granit (Malmö).



Basalt (Romthal).

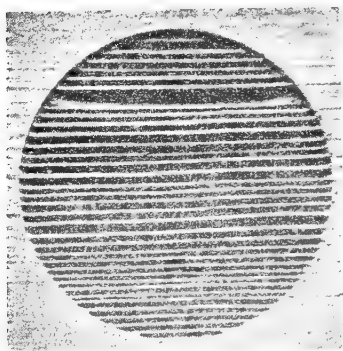


Sandstein (Obersulzbach).

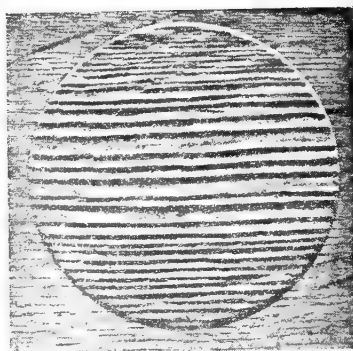
Fig. 7 bis 9. Wirkung des Sandstrahlglases auf natürliche Baustoffe.

gestützt, in der Mitte aber frei liegt. Einige typische Bruchformen, wie sie bei der Prüfung von Eisenbahnschienen durch den Schlagbiegeversuch erhalten werden, zeigt Fig. 6.



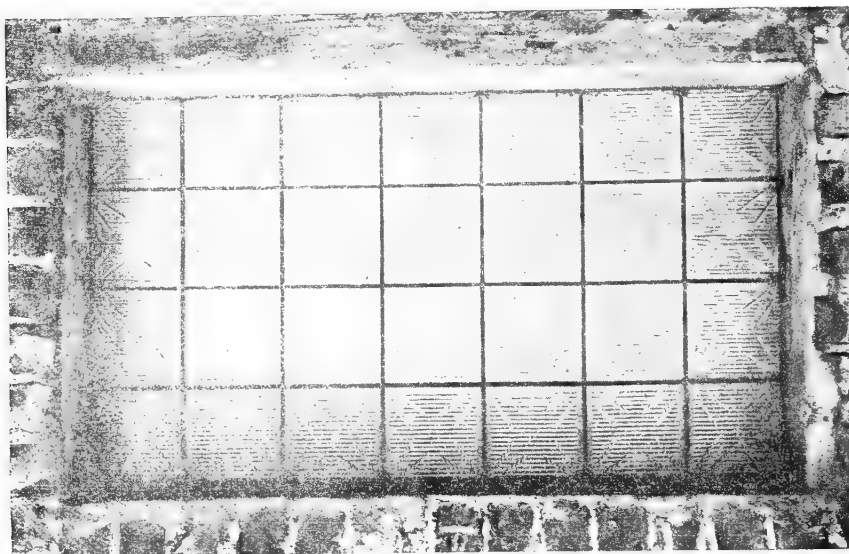


Kiefer.

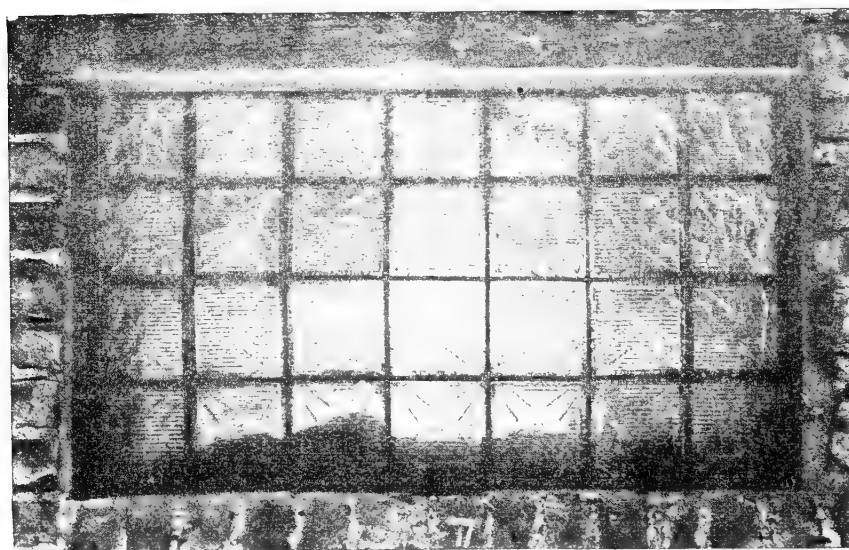


Eiche.

Fig. 10 und 11. Wirkung des Sandstrahlgebläses auf zwei verschiedene Nutzhölzer.



Vor dem Brande.



Nach dem Brande.

Fig. 12 und 13. Prüfung einer feuersicheren Verglasung.

Die *Abteilung für Baumaterialprüfung* hat Materialien und Konstruktionsteile für das Baufach auf Beschaffenheit und Festigkeit zu prüfen und Belastungsproben, Brandproben, Abnutzungsversuche, Gefrierversuche usw. vorzunehmen und Einrichtungen und Geräte zur Baumaterialprüfung zu untersuchen und zu vergleichen.

Von den zahlreichen Einzelarbeiten und -aufgaben dieser Abteilung seien hier das interessante Verfahren zur Prüfung von Materialien auf mechanische Abnutzbarkeit mittels des Sandstrahlgebläses, dessen Wirkung in den Fig. 7 bis 11 an einigen Beispielen gezeigt wird, sowie die Methoden zur Feststellung der Feuerbeständigkeit von Steinen — aus den Steinen werden kleine Pyramiden geschnitten und diese zusammen mit Segerkegeln von verschiedenen Schmelzpunkten im Ofen erhitzt — sowie der Feuerbeständigkeit von ganzen Gebäuden oder Gebäudeteilen (vergl. Fig. 12 und 13) erwähnt. Von großer praktischer Bedeutung sind auch die im Amte nach den „Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Zement“ durchgeführten Untersuchungen von Zement. So wird, um nur einige Beispiele zu erwähnen, mit einer Vicatschen Normalnadel die Bindezeit festgestellt, d. h. es wird festgestellt, wie lange es dauert, bis eine in bestimmter Weise angemachte Zementprobe soweit erstarrt ist, daß die Vicatnadel, das ist eine runde Nadel von 1 qmm Querschnitt und 30 g Gewicht, entweder den Zementkuchen nicht mehr durchdringt, sondern in ihm stecken bleibt, oder in ihn überhaupt nicht mehr einzudringen vermag; ferner wird die Raumbeständigkeit ermittelt, d. h. es wird beobachtet, ob ein normenmäßig hergestellter Zementkuchen unter Wasser seine Form behält oder ob er unter Quellung reißt oder sich verzieht; die Festigkeit von Zement endlich wird in der Weise ermittelt, daß Probekörper aus einem Gemisch von einem Gewichtsteil Zement mit drei Gewichtsteilen „Normalsand“, d. h. einem Sande von bestimmter Korngröße und Zusammensetzung, der Zug-, Druck- und anderen Proben unterworfen werden.

(Schluß folgt.)

## Besprechungen.

**Jaiser, Adolf, Farbenphotographie in der Medizin.** Praktischer Ratgeber für farbenphotographische Aufnahmen am lebenden und leblosen Objekt zum Gebrauche für Ärzte, Naturforscher und Photographen. Stuttgart, Ferd. Enke, 1914. VIII, 122 S., 69 Figuren und 6 farbige Tafeln. Preis M. 7,—.

In der umfangreichen Monographie versucht der Verfasser, einen vollständigen Lehrgang für Aufnahmen in natürlichen Farben, speziell für Ärzte und Kliniker, zu geben. Obwohl dem Titel nach eine Behandlung des gesamten Gebietes der Farbenphotographie zu erwarten wäre, beschränkt sich der Autor ausschließlich auf das Lumière'sche Autochromverfahren, ohne der anderen, mindestens gleichwertige Resultate ergebenden Prozesse — das eigentliche Dreifarbenverfahren mittels dreier Teilaufnahmen oder die dem Autochromprozeß

sehr nahestehenden Verfahren mittels Farbraster, z. B. die Omnicoloreplatte von *Jongla* und andere — auch nur kurz zu erwähnen.

Hinsichtlich der Anordnung des behandelten Stoffes würde eine Umstellung oder Verschmelzung einiger Kapitel sich als zweckmäßig erweisen. Kapitel 18 und Kapitel 7 über die Entstehung des Bildes in natürlichen Farben und über den Aufbau der Autochromplatte gehören zusammen, und für den Neuling, an den der Verfasser sich doch in erster Linie wendet, ist eine allgemeine Einführung in das Wesen der Autochromphotographie resp. der Farbenverfahren absolut nötig und zuerst zu geben, bevor man ihn mit dem Aufbau der Spezialplatten bekannt macht.

Den Rahmen für das, was dem Leser geboten werden soll, steckt sich der Verfasser ziemlich weit. Der Anfänger soll nicht nur mit dem eigentlichen Arbeitsgang des Autochromverfahrens vertraut gemacht werden, sondern auch Anleitungen erhalten, selbständig Versuche und Abänderungen der Vorschriften anzustellen, z. B. also sich Filter für verschiedene Beleuchtungsarten anzufertigen. Auch bei der Anschaffung der nötigen Apparatur will das Buch den Neuling beraten. Leider finden sich aber hierbei manche Winke, die einander widersprechen und die ohne weiteres Eingehen auf die Vorteile und Nachteile der empfohlenen Einrichtungen zu Anschaffungen führen, aus denen dem Anfänger leicht eine Quelle von mancherlei Mißerfolgen erwachsen wird. So wird z. B. Seite 11 bei den Anforderungen, die an die photographische Kamera zu stellen sind, darauf hingewiesen, daß eine Neigbarkeit der Visierscheibe um eine vertikale und horizontale Achse absolut notwendig sei, und bei der Anschaffung der Objekte wird geraten, nur solche mit größerer rel. Öffnung als  $f/6.8$  zu kaufen und keine längeren Brennweiten als 30 cm zu verwenden. Nur diese besäßen die nötige Tiefenschärfe bei voller Öffnung (Seite 11), und durch Abblenden könne man diese Tiefenschärfe bei längeren Brennweiten als 25—30 cm keinesfalls erzielen (Seite 8).

Bei der Verwendung von rel. Öffnung größer als  $f/6.8$  wird der Anfänger mit dem Neigen der Visierscheibe sich vielen Ärger schaffen, wenn er nicht darüber unterrichtet ist, wozu diese Neigung der Visierscheibe überhaupt dient und welche Fehler für die Verteilung der Schärfe bei gleichzeitiger Verwendung großer Öffnungen eintreten. Das Heranziehen der Tiefenfrage bei der Auswahl der Brennweite ist aber direkt verfehlt. Denn bei den vorkommenden Arbeiten handelt es sich durchweg um mäßig starke Verkleinerungen, und bei solchen ist die Tiefenschärfe nur noch von dem Abbildungsmaßstab und der jeweils benutzten rel. Öffnung abhängig. Die Tiefenausdehnung des abzubildenden Objektes und der Abbildungsmaßstab bestimmen also die zu verwendende relative Öffnung. Die Brennweite des Objektivs hat hierbei gar nichts zu schaffen; sie bestimmt nur den Abstand zwischen Objektiv und Objekt und ist also nur auf die Perspektive in dem photographischen Bild von Einfluß.

In dem Kapitel „Blenden“ sucht der Verfasser den Leser über die Bedeutung der Abblendung zu orientieren. Er bespricht die verschiedenen Systeme der Blendengraduierung und rechnet an Beispielen die für verschiedene rel. Öffnungen (Blendenzahlen) nötigen Belichtungszeiten aus (Seite 17).

Leider unterläßt dem Verfasser hierbei ein sehr übles Versehen, indem er das Verhältnis der Belichtungszeiten bei verschiedenen relativen Öffnungen  $F/4$

u. F/96 zu 1 : 24 ermittelt, während es doch 1 : 24<sup>2</sup>, also 1 : 576 ist. Die angegebene Regel ist leider nur zu geeignet, den Nichtkundigen vollständig zu verwirren.

Überschlagsrechnungen nach der Methode auf Seite 20 am Schluß desselben Kapitels 3 sind vom Übel; sie erziehen nur zur Ungenauigkeit.

In dem Kapitel Filter und deren Anbringen am Objektiv wird der Hauptwert darauf gelegt, daß das Filter plan und lichtdicht hinter oder vor dem Objektiv sitzt; gemeint ist wohl, das Filter soll möglichst senkrecht zur optischen Achse und dem Fassungsrand des Objektivs parallel stehen. Bei einem an sich guten Filter ist ein mäßiges Abweichen aus dieser Stellung durchaus nicht von so wesentlichem Einfluß. Viel wichtiger wäre ein Hinweis gewesen, daß das Einschalten des Filters hinter dem Objektiv eine Verschiebung der Einstellung mit sich bringt, so daß man durch ein passend dickes Filter die Lagenverschiebung der empfindlichen Schicht bei der Autochromplatte ohne weiteres ausgleichen kann, worauf bereits *Lumière* mit Recht aufmerksam machte.

Zur Korrektur der Einstellung infolge der Schichtverschiebung der Autochromplatte ist übrigens der Kameraauszug nicht um die volle Stärke der Autochromplatte zu verkürzen, sondern nur um  $\frac{1}{2}$  dieses Betrages, also etwa um 1,1 mm (vergl. Seite 63 u. 78).

Ebenso wichtig war es auch, darauf aufmerksam zu machen, daß schlecht gekittete Filter oder solche auf schlechtem Glas hergestellte die an sich gute Schärfe eines Objektivs vollständig verderben können. Derartig mangelhafte Filter werden aber bei Selbstanfertigung, zu der der Verfasser doch rät, oft unterlaufen; sind doch selbst Filter des Handels von Verspannungen oft nicht frei.

Sinnentstellende Druckfehler finden sich in diesem Kapitel ebenfalls an mehreren Stellen; Tiefenschärfe kann wohl kaum in Winkelmaß ausgedrückt werden (Seite 12), und ein Fingerabdruck auf einer Linsenfläche ist wohl schwerlich als Politurefehler zu bezeichnen, oder doch nur in dem Sinne, daß bei wenig beständigen Gläsern ein auf einer Linse länger verbleibender Fingerabdruck dazu beitragen kann, die Politur der Linse anzugreifen.

In dem Kapitel „Stereoskopaufnahmen“ wird in dem Beispiel für das Zuschneiden der Fernpunktsabstand zu 82 mm als zweckmäßig angenommen. Leider sind Stereoskopbilder mit soweit auseinanderstehenden Halbbildern im Handel. Aber diese Bilder lassen sich nur mit Mühe im Prismenstereoskop betrachten; für die Betrachtung mit dem Linsenstereoskop — und solche werden in dem Text abgebildet — ist dieser Fernpunktsabstand viel zu groß. 72–75 dürfte hierfür das Maximum sein. Bei dem Geben von Beispielen sollte man sich bedenken, derartige Extreme als empfehlenswerte Maße hinzustellen.

Der Hauptwert des Jaiserschen Buches liegt vornehmlich in der Zusammenstellung der verschiedenen Arbeitsmethoden für die Autochromplatte. In verschiedenen Abschnitten werden die von *Lumière* selbst angegebenen Entwicklungsverfahren behandelt und auch die Vorschläge für das Nachsensibilisieren der Autochromplatten ausführlich besprochen. In diesen Kapiteln gibt aber der Verfasser auch eine Reihe eigener Erfahrungen und selbsterprobter Vorschriften, die erkennen lassen, daß er den *Lumière*prozeß von Grund aus beherrscht. Zeugnis hiervon legen auch die gelungenen Reproduktionen nach Autochromaufnahmen des Verfassers ab, die dem Werke beigegeben sind.

Wenn ein Anfänger in der Farbenphotographie sich nach den Jaiserschen Vorschriften sowohl für die Hervorrufung der Autochromplatten sowie auch für die Aufmachung der abzubildenden Objekte und deren Beleuchtung richtet, wird er verhältnismäßig leicht zu guten Resultaten kommen und auch rasch in schwierigeren Fällen selbständig arbeiten lernen.

Die Kapitel 11, 13, 14 und 21 beschäftigen sich mit der Verwendung der Autochromplatte für Personenaufnahmen (Porträts, Krankheitsbilder), für Mikrophotographie und für die Projektion; auch in ihnen wird der aufmerksame Leser manchen nützlichen Wink finden.

R. Schütttauf, Jena.

**Möbius, M., Mikroskopisches Praktikum für systematische Botanik** (2. Kryptogramae und Gymnospermae). Berlin, Gebrüder Bornträger, 1915. VIII, 314 S. und 123 Textabbildungen. 8°. Preis geb. M. 9,50.

In der bei Bornträger erscheinenden „Sammlung naturwissenschaftlicher Praktika“ bildet den 6. Band die 2. Abteilung des Praktikums für systematische Botanik, dessen 1. Abteilung (216 S. und 150 Fig., Preis M. 6,80) bereits 1912 erschienen ist und die Angiospermen umfaßt. In beiden Teilen wendet sich Verfasser vorwiegend an die Dozenten der Botanik und berücksichtigt besonders die Spezies, die Natur, Garten oder Gewächshaus bieten, verwendet aber häufig auch Material aus Herbar oder Alkohol. Die Technik wird ganz kurz beschrieben und bietet nichts Neues; zum Mikrotom wird nur in der Not gegriffen. Je nach der Wichtigkeit für die Systematik sind mehr die vegetativen Organe oder mehr die der Fortpflanzung herangezogen worden; Winke zur Züchtung aus den Sporen usw. und Anlegung von Kulturen werden reichlich gegeben, übrigens auch manche Einzelheiten beigebracht, die für das eigentliche Ziel nicht gerade notwendig waren. Das ist indessen kein Fehler. Die Bakterien werden mit Recht „nur als eine Klasse der Pilze im weiteren Sinne“ abgehandelt. Daß die Gymnospermen mit den Kryptogamen, nicht mit den Angiospermen vereinigt wurden, hat seinen Grund teils in den für jene beiden Gruppen ähnlichen Untersuchungsmethoden, teils in der Absicht, ihren genetischen Zusammenhang mit den höheren Kryptogamen anschaulich zu machen. — Viel Gewicht legt Verfasser auf die Abbildungen. In dieser Hinsicht sei erwähnt, daß sie samt und sonders Originale sind; dabei besteht jede der 123 Figuren aus mehreren Einzeldarstellungen, so daß ihre Gesamtzahl sich wohl auf über 800 belaufen mag. (Manchmal sind diese allerdings bei der Wiedergabe für den Druck gar eng zusammengedrängt worden.) Trotz dem ziemlich groben Raster kommen die Einzelheiten noch gut heraus. In summa, es steckt darin, wie man sieht, ein riesiges Stück Arbeit, nicht minder auch im Texte, und alles scheint sehr sorgsam gemacht worden zu sein. Bei den Abbildungen ist leider die Vergrößerung fast nie angegeben; das mochte im 1. Teil, wo es sich meist um Blüten und Fruchtknoten dreht, noch angehen, hätte aber im vorliegenden Werke besser nicht unterlassen werden sollen. Aufgefallen ist mir ferner die wechselnde Schreibweise *Erysiphe* und (falsch) *Erisyphe*, ferner *Alcea* für *Althaea* und *Isoetes* für *Isoëtes*. Für die 2. Auflage möchte ich die Anwendung des Sperrdrucks auch bei den jeweilig zu besprechenden Materialien anempfehlen, nicht nur bei den Autoren und vereinzelt Kunstaussdrücken.

P. Mayer, Jena.

## Die Entwicklung der Brille IV.

1. R. Greeff, Die Darstellung eines Mönches mit Leseglas von anno 1352. *Zeitschrift f. ophthalm. Optik* 1914/15, 2, 77—79, mit 1 Textfig.
2. M. von Rohr, Die Entstehung der modernen Gläserabstufung. Ebenda, 97—110, mit 2 Textfig.
3. Derselbe, Nachtrag zur Entstehung der modernen Gläserabstufung. Ebenda, 1915/16, 3, 65—71.
4. Derselbe, Die Entwicklung der Fernrohrbrille. Ebenda, 1—17, 33—40, mit 20 Textfig.
5. Derselbe, Nachtrag zu dem vorstehenden Aufsatz. Ebenda, 40—41.
6. Derselbe, Zur Brillenversorgung Deutschlands im 18. Jahrhundert. Ebenda, 73—80.

Die angeführten Aufsätze können so in Untergruppen eingeteilt werden, daß man 1 und 6, sodann 2 und 3 zusammennimmt und schließlich mit 4 und 5 zum Ende kommt. Der letzten Brillenbesprechung in Band 3 auf Seite 294 dieser Zeitschrift steht die erste Gruppe am nächsten.

Die Brillenerfindung ist vorläufig noch in ein undurchdringliches Dunkel gehüllt, indessen spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, sie um das Jahr 1300 herum anzusetzen, eine Ansicht, die bereits von italienischen Forschern im 17. Jahrhundert geäußert worden ist, wobei es unbestimmt bleibt, ob man sie *Alessandro della Spina* oder *Salvino degli Armati* zuschreiben solle. Eine frühe Darstellung eines Leseglasses hat R. Greeff<sup>1)</sup>, auf den so manche Forschungsergebnisse der frühen Brillengeschichte zurückgehen, seinem Leserkreise vermittelt. Es handelt sich um das Gemälde eines ein gestieltes Leseglas benutzenden Mönchs, das *Thomas di Modena* zuzuschreiben und vom Jahre 1352 zu datieren ist. — Die 6. Arbeit beschäftigt sich mit der süddeutschen Brillenfabrikation, die bereits früher von R. Greeff und A. von Pflugk — s. Band I, Seite 676/77, dieser Zeitschrift — behandelt wurde. Unsere Kenntnis konnte durch einige Angaben über Brillenpreis und -herstellung aus der Mitte und dem Ende des 18. Jahrhunderts erweitert werden, und es zeigt sich, daß die Nürnberg-Fürther Zunft ihre Waren zu Schundpreisen auf den Markt geworfen hat. Ergibt doch die — ziemlich gut gesicherte — Umrechnung auf heutige Münze Stückpreise für ganz gewöhnliche Brillen von wenig über 6 Pf., für feinere Brillen in einem hölzernen oder überzogenen Futteral, je nach der Ausführung, von 11, 20 oder 22 Pf. Es sind das alles Angaben, die auch bei Berücksichtigung der damals wesentlich höheren Kaufkraft des Geldes durch ihre geringe Höhe überraschen. Ein Ableger dieser süddeutschen Fabrikation erwuchs für eine kurze Zeit in Frankfurt a. d. O., wo der Nürnberger Meister *Hieronymus Mayer* in der Zeit von 1772—1789 unter tatkräftiger Beihilfe Friedrichs des Großen eine Fabrik „ordinairer Brillen“ unterhielt, allem Anschein nach mit sehr geringem Erfolge. Die Preise waren ein wenig höher, die Brille einfachster Ausführung fast 8 Pf., die etwas feinere 14 Pf., beide ohne Futteral, aber die Gründung hatte keine rechte Lebenskraft, sie ging in dem erwähnten Jahre völlig ein, und es war nicht schade darum. Um irrümlichen Vorstellungen entgegenzuwirken, sei bemerkt, daß es sich nach der Greeffschen Bezeichnungsweise um *Klemmbrillen*, also eine Art Kneifer, gehandelt hat; *Ohrenbrillen* sind mindestens in Fürth und für den Großbetrieb erst seit 1792 regelmäßig hergestellt worden, während diese uns heute allein als „Brille“ im engeren Sinne bekannte Fassungsart im deutschen Sprachgebiet von op-

tischen Künstlern zweifellos schon viel früher bereitgehalten wurde. — Eine große Rolle bei der Versorgung des Landvolks mit Brillen spielte der Hausierer, und für seinen Geschäftsbetrieb wird in 6) ein Beispiel aus dem Jahre 1805 gegeben.

Die zweite der oben angegebenen Gruppen beschäftigt sich im wesentlichen mit dem 19. Jahrhundert, denn aus früherer Zeit ist über die Brillenabstufung nur wenig bekannt. Man hat damals und auch später noch — selbst in unserer Zeit spüren wir noch hier und da Nachwirkungen des alten Zustandes — die Brillen nach ihrer in Zollen gemessenen *Brennweite* (alte Brillennummern) geordnet, während die zweckmäßige Abstufung nach dem Reziproken der Brennweite, nach der *Brechkraft*, erfolgt. Führt man mit den Neuerern der 60er und 70er Jahre den Betrag  $\frac{1}{1m}$  als Einheit ein und nennt nach *Monoyer* diesen Wert eine Dioptrie (*dptr*), so ergibt sich die Brechkraft einer vorliegenden Brille in den modernen Dioptrien, und man kommt auf die bequem zu merkende Regel, daß sich die neuen Brillennummern aus den alten dadurch ergeben, daß man mit der alten Nummer in die Zahl 40 dividiert (8 dptr entspricht also Nr. 5 alt, und — 2 dptr Nr. — 20 alt). Einen ersten Schritt in der Richtung auf die neue Bezifferung tat wohl *Soleil fils* im Jahre 1857, fand aber anscheinend niemals irgendwelche Beachtung. Sein Gedanke mußte von 1863 ab von K. A. Burow, einem Königsberger Augenarzte, aufgenommen und durch die Berücksichtigung des Glasmaterials vertieft werden. Hand in Hand mit ihm und miteinander arbeiteten *Giraud-Teulon*, *Javal*, *Nagel*, *Zehender* und andere, und auf ihren Arbeiten fußend erreichte es der allgemein anerkannte holländische Ophthalmologe *Donders*, daß 1875 das neue Abstufungssystem von den Augenärzten angenommen wurde. Die Übernahme durch die optischen Ladengeschäfte erfolgte wesentlich langsamer, doch ist es heute bereits eine große Seltenheit, der alten Bezeichnung zu begegnen.

Die dritte Gruppe 4) und 5) beschäftigt sich mit der Fernrohrbrille, einem heute für sehgeschwache und meistens auch kurzsichtige Augen bereit gehaltenen Behelf. In der ersten Stufe ihrer Entwicklung handelte es sich um ein kurzes, für das kurzsichtige Auge eingestelltes, holländisches Fernrohr oder Perspektiv, doch schon um den Ausgang des 18. Jahrhunderts wird eine Form dieses Hilfsmittels für beide Augen und in einer Brillenfassung verwandt, und im ersten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts finden sich an zwei Stellen — in England und in Frankreich — offenbar unabhängig voneinander beidäugige Fernrohrbrillen für Kurzsichtige. Es ist sehr merkwürdig, daß jene Versuche nicht zu der Entwicklung des beidäugigen Opernglasses führten — dieses wurde ja erst viel später, 1823, von Fr. Voigtländer in Wien herausgebracht — sondern zunächst in Vergessenheit gerieten. Der alte Gedanke der Fernrohrbrille aber, und zwar besonders in der Form als Einzel- und Handglas, wurde in späteren Jahren des vorigen Jahrhunderts gepflegt, da sich führende Ophthalmologen wie *Donders* und *Mauthner* dafür interessierten, und es hat sich eine ganze Reihe — an 30 in den beiden hier angeführten Aufsätzen 4) und 5) — von Beiträgen zu diesem Thema zusammentragen lassen. Zwei vorläufig undatierbare fertige Exemplare von Fernrohrbrillen machen es ferner sehr wahrscheinlich, daß auch mit dieser Sammlung noch nicht die gesamte Literatur dieses Gebietes erfaßt worden ist, denn leider ist eben auf dem Brillengebiete sehr wenig zusammenfassend gearbeitet worden.

Ein besonderes Interesse bietet die Ophthalmologen seit den sechziger Jahren als Steinheil'scher Konus bekannte Konstruktion einer besonders dicken Linse mit einer flacheren sammelnden Vorder- und einer gekrümmteren zerstreuernden Hinterfläche, die aber aller Wahrscheinlichkeit nach noch ein höheres Alter besitzt. Die neuesten Formen der Fernrohrbrillen, wie sie von *Zeiß* in Jena angefertigt werden, nehmen im Gegensatz zu ihren auf Grund der paraxialen Abbildung gebauten Vorgängern Rücksicht auf das blickende Auge und zeigen wichtige Korrekturen schiefer Büschel für den Augendrehpunkt als Kreuzungspunkt der Hauptstrahlen. Es ist erfreulich, daß in neuerer Zeit Ophthalmologen wie *Stock* diese Hilfsmittel zur Unterstützung kriegsgeschädigter Augen verwenden.

M. von Rohr, Jena.

#### Kanitz, Aristides, Temperatur und Lebensvorgänge.

Die Biochemie in Einzeldarstellungen I., herausgegeben von Aristides Kanitz. Berlin, Gebr. Bornträger, 1915. Preis ca. M. 4,—.

Der Plan des Verlages, den vorzüglichen „Monographs on Biochemistry“ der englischen Firma Longman, Green & Co. deutsche Monographien an die Seite zu stellen, kann nur mit Freude begrüßt werden. Die Ankündigung weiterer Bücher durch *Ackermann* (Würzburg), *Ivar Bang* (Lund), *H. von Euler* (Stockholm), *Hans H. Meyer* (Wien) und *M. Siegfried* (Leipzig) läßt uns vertrauensvoll hoffen, daß das Unternehmen von Erfolg begleitet sein wird. Leider ist die Wahl des Stoffes von seiten des Herausgebers für den 1. Band besonders unglücklich. Ganz abgesehen davon, daß das Thema „Temperatur und Lebensvorgänge“ vom Standpunkte physikalischer Gesetze aus betrachtet kaum ein breiteres Lesepublikum locken dürfte, werden die Erwartungen in eine biochemische Monographie von vornherein getäuscht. Denn die Beziehung des Stoffes zur Chemie ist eine sehr lose; sie besteht hauptsächlich darin, daß gewisse Lebensvorgänge einer physikalischen Regel folgen, die zuerst von physikalischen Chemikern für rein chemische Reaktionen festgelegt worden ist. Es handelt sich dabei um die sogen. RGT-Regel (Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel), auch van't Hoff'sche Regel genannt, die aussagt, daß die Geschwindigkeit der meisten chemischen Reaktionen, bei gewöhnlicher Temperatur, durch eine zehngradige Temperaturerhöhung ungefähr verdoppelt bis verdreifacht wird. *Kanitz* hat die bisherigen experimentellen Beispiele, die für die Gesetzmäßigkeit sprechen, kritisch gesichtet. Er findet sie bei verschiedenen Lebensvorgängen bestätigt, namentlich auf dem Gebiete der rhythmischen Lebensvorgänge (Herzfrequenz, Rhythmik glatter Muskeln, Atemrhythmus). Auch die Geschwindigkeit der Giftwirkung bzw. die Lebensdauer und die Gaswechselgeschwindigkeit, die geotropische und phototropische Präsentationszeit der Pflanzen bilden gewisse Beispiele.

Wenn man nach dem tieferen Sinn der Erscheinung forscht, so kann man mit *Kanitz* darin übereinstimmen, daß ohne Stoffverbrauch (besser gesagt Stoffumsatz) keine Lebensvorgänge existieren, daß also chemische Umsetzungen die Grundlage der durch die Temperatur bedingten Beschleunigung der Lebensvorgänge sein müssen, die so wieder auf die physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeit zurückgeführt werden. Da nun aber die chemischen Umsetzungen des lebenden

Organismus sehr mannigfaltig sind, da sie sich im speziellen immerwährend im Auf- und Abbau entgegenarbeiten, da sie ferner von der durch erhöhte Temperatur leicht geschädigten Fermentwirkung abhängig sind, so muß es ohne Frage auf eine Wechselwirkung sehr verschiedener Faktoren ankommen, die den Verlauf der Lebensvorgänge regeln. Solange wir nicht imstande sind, diese Vorgänge in die einzelnen chemischen Reaktionen zu zerlegen und diese dann rechnerisch in die RGT-Regel einzubeziehen, wird die größere oder geringere Annäherung der Lebensvorgänge an diese Temperaturregel immer ein durch den Ausgleich verschiedener Fehler bedingter Zufall sein müssen. Wenn nichtsdestoweniger gewisse Lebensvorgänge den Ansprüchen der Regel folgen, so ist das nur so zu erklären, daß in den gegebenen Verhältnissen einzelne chemische Vorgänge die andern bei weitem übertreffen, so daß letztere innerhalb der Fehlergrenzen aus der Rechnung fallen. Nur auf Grund dieser Annahme ist eine Beziehung der Lebensvorgänge zu der physikalisch-chemischen Regel möglich.

H. Pringsheim, Berlin.

**Austerweil, G., Die angewandte Chemie in der Luftfahrt.** München, R. Oldenbourg, 1914. VIII, 199 S. und 92 Textabbildungen. Preis geb. M. 6,—.

Der vorliegende, sechzehnte Band der von Hauptmann G. P. Neumann unter dem Titel „Luftfahrzeugbau und -Führung“ herausgegebenen Sammlung von Lehrbüchern der Luftfahrt beschäftigt sich mit den chemischen und physikalischen Eigenschaften der beim Bau von Freiballon, Luftschiff und Flugzeug verwendeten Konstruktionsmaterialien. Im ersten Teil werden die für Luftfahrzeuge, welche leichter als Luft sind, zu verwendenden Baustoffe, die verschiedenen Ballonhüllstoffe, ihre mechanische Festigkeit, Färbung und Gumierung, ihre Gasdurchlässigkeit und deren Bestimmung besprochen; im zweiten, dem Flugzeug gewidmeten Teil werden neben dem chemischen Vorgang im Explosionsmotor die Eigenschaften des zu verwendenden Holz- und Textilmaterials behandelt. Ein ausführliches Schlußkapitel enthält die Beschreibung einer Methode des Verfassers zur Unsichtbarmachung des Flugzeugs, welche darin besteht, daß die Flügel statt mit Stoff mit durchsichtigen, filmartig gegossenen Zelluloseazetatplatten belegt werden. Bei der großen Bedeutung, die die Luftfahrt im gegenwärtigen Kriege gewonnen hat, ist die in dem Buche gebotene Vervollständigung der einschlägigen Literatur dankbar zu begrüßen.

P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

**Kremann, Robert, Die elektrolytische Darstellung von Legierungen aus wässrigen Lösungen** (Sammlung Vieweg, Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik, Heft 19). Braunschweig, Friedr. Vieweg und Sohn, 1914. — VIII, 71 S. und 20 Textabbildungen. Preis geh. M. 2,40.

Die wesentlichen Gesichtspunkte des ersten, theoretischen Teiles dieser Schrift hat der Verfasser in einem Aufsatz niedergelegt, der vor kurzem in dieser Zeitschrift erschienen ist (Bd. 3, 1915, Heft 23, S. 289); diese Ausführungen sind hier erweitert und durch ein ziemlich umfangreiches Tatsachenmaterial ergänzt, so daß man ein recht anschauliches Bild vom Umfang und der Bedeutung dieses noch in voller Entwicklung begriffenen Gebietes erhält.

J. Koppel, Pankow.



# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 50.

10. Dezember 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Das Königliche Materialprüfungsamt in Lichterfelde-West bei Berlin und seine Aufgaben. Von *Dr. Werner Mecklenburg, Berlin-Lichterfelde.* (Schluß.) S. 665.

### Besprechungen:

Born, Max, Dynamik der Krystallgitter. Von *A. Sommerfeld.* S. 669.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Reisen im nördlichen Kleinasien. S. 670.

Technische Mitteilungen. S. 672—676.

Die Rauchverhütungsvorrichtung Bauart Staby.  
Die Verwendung von gepreßtem Stickstoff. Über

die Prüfung von Hohlspiegeln für Scheinwerfer.  
Funkentelegraphische Empfangsversuche im Freiballon.

### Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Königlich Bayrischen Akademie der Wissenschaften. S. 677.

### Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Biochemische Zeitschrift. S. 678.

Flora. S. 680.

Zeitschrift für Botanik. S. 680.

---

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

---

Soeben erschien:

## Reichsfinanzreform und Innere Reichspolitik 1906—1913

Ein geschichtliches Vorspiel zu den Ideen von 1914

Von

**Dr. Hans Teschemacher**

Preis M. 2.—

---

Soeben erschien:

## Die Technik und der Krieg

Zwei Vorträge

gehalten in der Aula der Königl. Techn. Hochschule zu Danzig von

**Dr. G. Roessler**

(Sonderabdruck aus den Monatsblättern des Berliner Bezirksvereins deutscher Ingenieure)

Preis M. 1.—

---

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

---

# Festgeschenke aus dem Verlag von Julius Springer

## Die Darstellung des menschlichen Körpers in der Kunst

Von

**Dr. C. H. Stratz**

Mit 252 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

## Lebenserinnerungen von Werner von Siemens

Mit dem Bildnis des Verfassers in Kupferätzung

Dritte Auflage. In Halbleder gebunden Preis M. 7.—

**Volksausgabe.** 9. Auflage. In Leinwand gebunden Preis M. 2.—

## Lebendige Kräfte

Sieben Vorträge aus dem Gebiete der Technik

Von

**Max Eyth**

Zweite Auflage

Mit Textabbildungen — In Leinwand gebunden Preis M. 5.—

## Lebenserinnerungen eines Ingenieurs

Gesammelte Beiträge zu „Power“ und „American Machinist“

Von

**Charles T. Porter,**

Ehrenmitglied des Amerikanischen Maschineningenieur-Vereins,  
Verfasser der „Abhandlung über den Dampfmaschinen-Indikator von Richards und über die Entstehung  
und Verwendung der Kraft in der Dampfmaschine“, 1874; „Technik und Ethik“, 1885.

Übersetzt von

**Dipl.-Ing. F. und Frau E. zur Nedden**

Mit zahlreichen Textfiguren und Bildern — In Leinwand gebunden Preis M. 10.—

... Die sehr ergötzlich geschriebenen Aufsätze — daß die Übersetzer den trocknen, zuweilen  
leise an den eines Mark Twain erinnernden Humor unverwässert wiederzugeben sich bemühen, ist als  
besonderer Vorzug anzuerkennen — können den deutschen Ingenieuren nur warm empfohlen werden ...

„Stahl u. Eisen“ 1912, Nr. 14

## Einführung in die Chemie

Ein Lehr- und Experimentierbuch

Von

**Rudolf Ochs**

Mit 218 Textfiguren und einer Spektraltafel — In Leinwand gebunden Preis M. 6.—

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung.**

## Das Königliche Materialprüfungsamt in Lichterfelde-West bei Berlin und seine Aufgaben.

Von Dr. Werner Mecklenburg,  
ständigem Mitarbeiter im Amt.

(Schluß)

Die Aufgabe der *Abteilung für papier- und textiltechnische Prüfungen* besteht in der Untersuchung der Roh- und Halbstoffe und Erzeugnisse der Papier- und Textilindustrie auf Art und Eigenschaften, und namentlich in der Durchführung der amtlichen Papierkontrolle.

Die Qualität eines Papiers hängt einerseits von der stofflichen Zusammensetzung des Fasermaterials ab, andererseits findet sie ihr Maß in der Festigkeit des Papiers. Nach der stofflichen Zusammensetzung werden die Papiere mit Ausnahme des Stempelpapiers in den „Bestimmungen über das von den Staatsbehörden zu verwendende Papier“ in vier Klassen eingeteilt:

- I. Papiere nur aus Hadern (Leinen, Hanf, Baumwolle);
- II. Papiere aus Hadern mit höchstens 25 % Zellstoff (aus Holz, Stroh, Esparto, Jute, Manila, Adansonia usw.), jedoch unter Ausschluß von verholzten Fasern;
- III. Papiere von beliebiger Stoffzusammensetzung, jedoch unter Ausschluß von verholzten Fasern;
- IV. Papiere von beliebiger Stoffzusammensetzung.

Der Aschegehalt aller der Papierstoffklassen ist beliebig.

Zur Kennzeichnung der Festigkeit von Papieren dient die „mittlere Reißlänge“, die „mittlere Dehnung“ und die „Zahl der Doppelfaltungen nach Schopper“. Zur Bestimmung der Reißlänge und der Dehnungszahl wird in dem Schopperschen Papierprüfer, einer mit der Hand oder mechanisch angetriebenen Zerreißmaschine, ähnlich wie bei der mechanischen Kautschukprüfung ein Kautschukring, ein Papierstreifen zerrissen und an einer Skala die zum Zerreißen der Probe erforderliche Kraft und der Dehnungsgrad, den der Probestreifen im Augenblick des Zerreißens erlangt hat, abgelesen. Aus der zum Zerreißen des Probestreifens erforderlichen Kraft und dem spezifischen Gewicht der bei 100° getrockneten Papierprobe wird dann die Länge des Papierstreifens berechnet, der, senkrecht aufgehängt, unter seinem eigenen Gewicht zerreißen würde, und als mittlere Reißlänge angegeben. Die „Falzzahl“ endlich, die den Widerstand des Papiers gegen Zer-

knittern mißt, wird in dem Schopperschen Papierfalzer bestimmt, einem Apparat, in dem der Probestreifen so oft in bestimmter Weise um 180° gebogen und wieder zurückgebogen wird, bis er zerreißt; die Anzahl der Doppelbiegungen, die die Probe, ohne zu zerreißen, aushält, ist die Falzzahl.

Nach stofflicher Zusammensetzung und Festigkeit werden die Schreib- und sonstigen Papiere in eine Reihe von Verwendungsklassen eingeteilt, die in der umstehenden Tabelle angegeben sind.

„Die Schreibpapiere der Verwendungsklassen 1 bis 4“ — so heißt es in den Bestimmungen weiter — „sind mit einem auf dem Siebe hergestellten Wasserzeichen zu versehen. Das Wasserzeichen muß die Firma des Fabrikanten sowie neben dem Worte ‚Normal‘ das Zeichen der Verwendungsklasse enthalten . . . .“, eine Vorschrift, von deren Erfüllung man sich bei den meisten im Handel befindlichen Papieren in Folio- und Quartformat leicht überzeugen kann.

Selbstverständlich ist es wünschenswert, daß nicht nur die Staatsbehörden, sondern auch das Publikum und vor allen Dingen die Buchindustrie die Qualität des verwendeten Papiers berücksichtigt. Leider ist diese Forderung nicht immer erfüllt, und so ist es gekommen, daß eine erschreckend große Anzahl von Büchern, Zeitschriften und insbesondere Zeitungen, die als Denkmäler unserer zeitgenössischen Kultur von unschätzbarem Werte sind, dem sicheren Untergange bereits in wenigen Jahrzehnten geweiht sind. Nach den im Amte an 435 Druckschriften fast ausschließlich wissenschaftlichen Inhaltes angestellten Untersuchungen entsprechen hinsichtlich der stofflichen Zusammensetzung nur 12 % der Papiere den Anforderungen, die von den Behörden an Papiere für wichtige Drucksachen gestellt werden, und selbst von diesen 12 % stammt noch der vierte Teil aus einer Zeit, als es nur Lumpenpapiere gab, d. h. in nur 9 % der Fälle sind von den Verlegern für die Herstellung der Bücher die richtigen Papiersorten gewählt worden, und dies, obwohl die Verwendung von einwandfreiem Papier die Herstellungskosten nur um einen ganz unwesentlichen Betrag erhöht hätte. Ihre Bestätigung finden diese Ergebnisse in den schlechten Erfahrungen, die in den großen Bibliotheken hinsichtlich der Haltbarkeit der Buchpapiere gesammelt worden sind.

Die *Abteilung für Metallographie* hat, wie ja schon der Name angibt, die Gefügeuntersuchung von Metallen zur Aufgabe. Die Metallographie, d. h. die Lehre von den Metallen und ihren Legierungen, selbst ein Kind des Materialprüfungs-

*Normalpapiere und ihre Verwendung.*

Klasse	Verwendungs-Zweck	Stoff-klasse	Mittlere Reißlänge	Mittlere Dehnung in Prozenten der ursprünglichen Länge
1	Papier für dauernd aufzubewahrende besonders wichtige Urkunden	I	6000 m	4 ‰
2	Papier zu Urkunden, Standesamtsregistern, Geschäftsbüchern, und dergl.			
2a	erste Sorte	I	5000 m	3,5 ‰
2b	zweite Sorte	I	4000 m	3 ‰
3	Aktenpapier für länger als 10 Jahre aufzubewahrende Schriftstücke			
3a	Kanzleipapier	II	4000 m	3 ‰
3b	Konzeptpapier	II	3000 m	2,5 ‰
4	Aktenpapier für Schriftstücke von geringerer Bedeutung und kürzerer Aufbewahrungsfrist			
4a	Kanzleipapier	III	3500 m	2,75 ‰
4b	Konzeptpapier	III	3000 m	2,5 ‰
5	Briefumschläge			
5a	Packpapier erste Sorte	—	4000 m	2,5 ‰
5b	zweite Sorte	—	2000 m	2 ‰
6	Schreibpapier zu untergeordneten Zwecken des täglichen Verbrauchs	—	höchstens 1000 bis 2000 m	höchstens 1,5 bis 2 ‰
7	Aktendeckel			
7a	für viel gebrauchte oder lange aufzubewahrende Akten	I	2500 m	3,5 ‰
7b	für andere Akten	III	2500 m	2,5 ‰
8	Druckpapier			
8a	für wichtige, länger als 10 Jahre aufzubewahrende Drucksachen	I	3000 m	2,5 ‰
8b	für weniger wichtige Drucksachen	III	3000 m	2,5 ‰
8c	zu untergeordneten Zwecken des täglichen Verbrauchs	—	höchstens 1000 bis 2000 m	höchstens 1,5 bis 2 ‰

wesens, hat für dieses eine ungeheure Bedeutung gewonnen. Sie „umfaßt“ — so kennzeichnet O. Bauer ihre Rolle im Materialprüfungswesen — „die Gewinnung einfacher Verfahren:

- a) zur Feststellung etwaiger Unregelmäßigkeiten in der chemischen Zusammensetzung des Materials (Einschlüsse von Schlacken und anderen nichtmetallischen Stoffen, Zonenbildung infolge Seigerung, örtliche Kohlung oder Entkohlung von Eisen und Stahl usw.), dadurch, wo erforderlich, getrennte Probenahme für chemische Analyse und für Festigkeitsversuche gestattend;

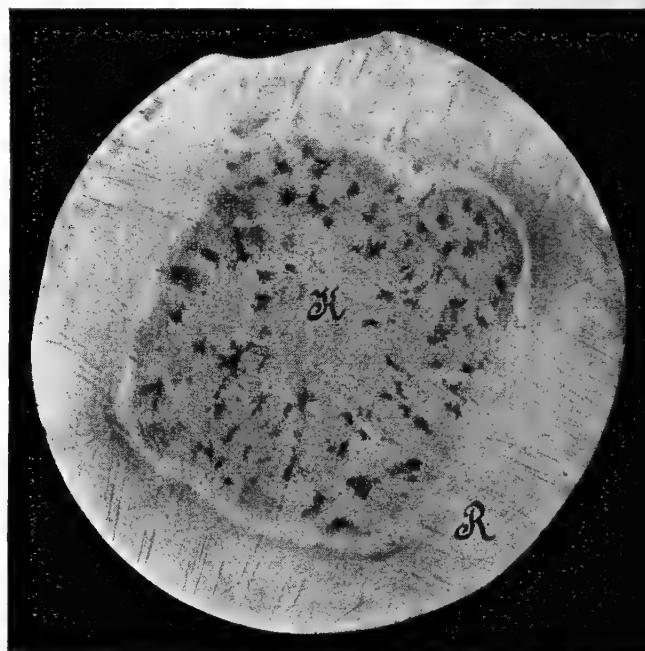


Fig. 14. Mit Kupferammoniumchlorid geätzter Querschnitt einer Pleuelstangenschraube. Die dunkle Kernzone *K* besitzt einen höheren Phosphorgehalt als die Randzone *R* und enthält auch viele mikroskopisch kleine Einschlüsse teils sulfidischer, teils oxydischer Natur. Ihr viereckiger Querschnitt weist darauf hin, daß die jetzt runde Stange aus einem Block mit viereckigem Querschnitt stammt.

- b) zur Ermittlung der Vorbehandlung von Metallen und Legierungen (Glühbehandlung, Härteanlaßgrad, Grad der Kaltbearbeitung, Art der Abkühlung nach dem Guß usw.);
- c) zur Erkennung und Heilung sogenannter Krankheitserscheinungen von Materialien, die durch irgend eine fehlerhafte Behandlung in einen ungünstigen Zustand übergeführt wurden (Überhitzung und Beseitigung der Folgen der Überhitzung, Feststellung und Aufhebung der durch Kaltrecken entstandenen inneren Spannungen, Wasserstoffkrankheit beim Eisen und Kupfer, Zersetzungserscheinungen usw.).

Endlich läßt sich vielfach auch

- d) Aufschluß über Art und Herstellung des

Materials gewinnen. So kann z. B. in den meisten Fällen die Frage entschieden werden, ob Schweiß- oder Flußeisen vorliegt, ob Rohre oder andere Fertigerzeugnisse aus Eisen oder anderen Metallen Schweißnähte oder Lötstellen aufweisen usw.“

Die Fig. 14 bis 17 geben einige Beispiele aus der praktischen Arbeit der Abteilung.

Die *Abteilung für allgemeine Chemie* hat in erster Linie fast alle chemisch-analytischen Arbeiten auszuführen, die im Amte notwendig sind.

schwindet oder doch unleserlich wird. In der Tat weisen die im Handel befindlichen Tinten keineswegs sämtlich eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung von Licht und Luft aus, auch werden die Schriftzüge vielfach schon durch die Einwirkung von Wasser auf das beschriebene Papier zerstört. Es sind daher schon im Jahre 1888 vom preußischen Staat Vorschriften über die Verwendung von Tinten für Schriftstücke, die länger als 10 Jahre aufbewahrt werden sollen, und Vorschriften zu ihrer Prüfung er-

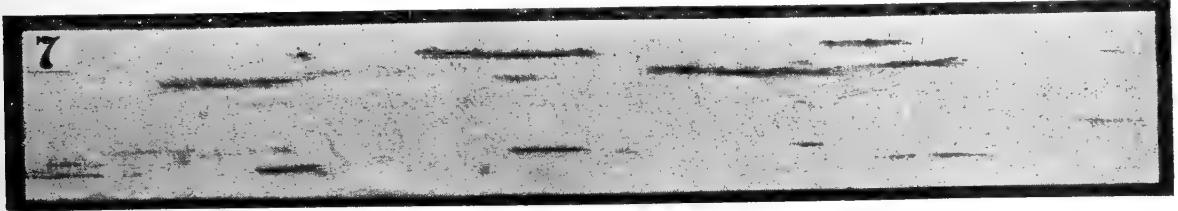


Fig. 15. Nachweis von Sulfideinschlüssen in Eisen: Auf die Schlifffläche wird ein Seidenläppchen glatt aufgelegt und mit salzsaurer Quecksilberchloridlösung angefeuchtet. An den Stellen, wo Sulfideinschlüsse vorhanden sind, wird Schwefelwasserstoff entwickelt, der sich unter sofortiger Bildung von schwarzem Schwefelquecksilber an dem Seidenläppchen festsetzt. Die schwarzen Streifen auf dem in der Abbildung dargestellten Seidenläppchen geben also ein Bild von der Verteilung des Schwefels im Eisen.

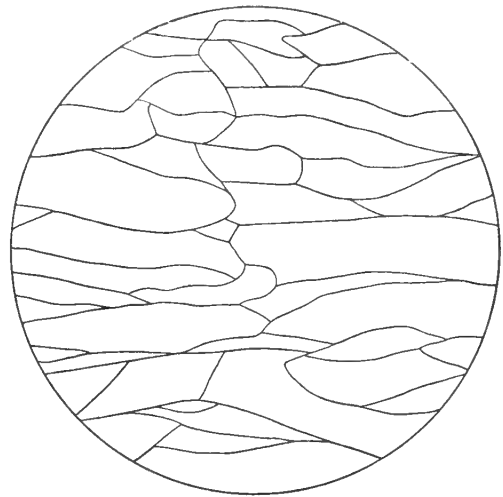
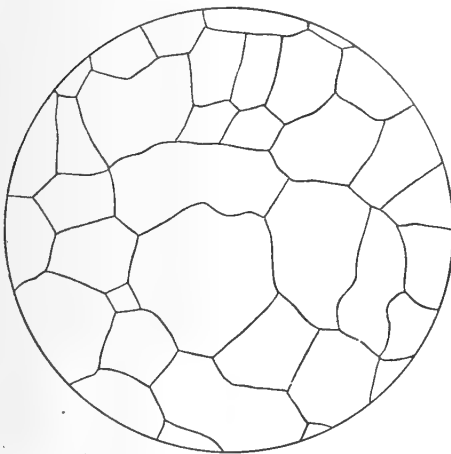


Fig. 16 und 17. Nachweis der Kaltreckung beim Flußeisen. Die Ferritkörner, wie sie in Fig. 16 bei 300facher linearer Vergrößerung nach einer Handzeichnung dargestellt sind, erleiden bei Kaltreckung eine Streckung, wie sie Fig. 17 in unmittelbar vergleichbarer Darstellung zeigt.

Außerdem fallen die Heizwertbestimmungen an Brennmaterialien aller Art, sowie — auf Grund eines Abkommens mit der Vereinigung der Fabriken isolierter Leitungen („Fil“) — die chemisch-analytische Kontrolle des Kautschukmaterials der elektrischen Kabel und die amtliche Tintenkontrolle in ihr Arbeitsgebiet.

Die amtliche Tintenkontrolle geht — um hier nur ein Beispiel aus der Tätigkeit der Abteilung zu geben — von der Tatsache aus, daß die besten Vorschriften über die Güte von Schreibpapier nichts nützen, wenn nicht gleichzeitig auch dafür gesorgt wird, daß die Tinte, die zur Herstellung amtlicher Schriftstücke gebraucht wird, nicht im Laufe der Zeit von dem Schriftstück ganz ver-

lassen worden. Die zurzeit gültigen Vorschriften vom 22. Mai 1912 lassen für Schriftstücke der genannten Art nur solche Tinten zu, deren wesentliche Bestandteile Eisen sowie Gerb- und Gallussäure sind, und zwar werden zwei Arten von Eisengallustinten für den amtlichen Gebrauch unterschieden, die „Urkundentinten“ mit einem höheren und die „Eisengallusschreibtenten“ mit einem niedrigeren Gehalt an den angegebenen Bestandteilen. Da sich die Tinten selbst nicht wie etwa die Papiere, zu deren Kennzeichnung Wasserzeichen verwendet werden, kennzeichnen lassen, andererseits die Behörden in Anbetracht des verhältnismäßig geringen Handelswertes der Tinte nicht wohl veranlaßt werden können, die Kosten



für die Untersuchung der Tinten auf bedingungs-gemäße Beschaffung in Höhe von 20 M. zu tragen, so ist, um die Verwendung einwandfreier Tinten im behördlichen Gebrauch zu gewährleisten, folgender Weg eingeschlagen worden: Die Firmen, die den Behörden Tinte zu liefern beabsichtigen, lassen die Tinten, für deren vorschriftsmäßige Beschaffenheit sie die Gewähr übernehmen, in eine vom Amte geführte Liste, die „Kennmarkenliste“, eintragen und bringen gleichzeitig auf den Tintenflaschen, die mindestens einen halben Liter Inhalt haben müssen, die „Kennmarke“, d. h. einen im Wortlaute genau vorgeschriebenen Vermerk des Inhalts an, daß die in der Flasche enthaltene Tinte unter der und der Nummer in das Kennmarkenregister des Königlichen Materialprüfungsamtes in Lichterfelde eingetragen sei, und daß der Erzeuger für die vorschriftsmäßige Beschaffenheit der Tinte die volle Gewähr übernehme. Das Amt kontrolliert die Erfüllung der Gewährleistung in der Weise, daß es die in die Liste eingetragenen Tinten entweder unmittelbar oder durch Vermittelung von Behörden im Handel aufkauft und untersucht. Erweist sich bei dieser Kontrolle, deren Kosten von den betreffenden Firmen getragen werden, eine Tinte als nicht einwandfrei, so wird der Fabrikant verwarnet und ihm bei mehrmaliger Verwarnung das Recht zum Verkauf der Tinte an Behörden entzogen.

In der *Abteilung für Ölprüfung* endlich, die aus praktischen Gründen von der Abteilung für allgemeine Chemie getrennt ist, werden die chemischen und physikalischen Untersuchungen von Ölen, Fetten, Wachsen, Kerzenmaterialien, Seifen, Petroleumprodukten, Teeren, Asphalten usw. ausgeführt.

Unter den zahlreichen Arbeiten der Abteilung sei an dieser Stelle als Beispiel die technisch wichtige Untersuchung über die Bildung von Ölrückständen in den Zylindern und Lagern von Dampf- und Kraftmaschinen erwähnt. Die genannte Erscheinung, die bekanntlich darum besonders gefährdet ist, weil sie der Beobachtung während des Betriebes leicht entgeht und in der Regel erst entdeckt wird, wenn infolge Verschleißes von Maschinenteilen Betriebsstörungen eingetreten sind, wird meist auf Mangelhaftigkeit des verwendeten Schmieröls zurückgeführt und hat nicht selten Schadenersatzansprüche an den Lieferanten des Öles zur Folge. Durch die im Amte durchgeführten Untersuchungen ist aber der wichtige Nachweis erbracht worden, „daß in der Mehrzahl der Fälle die Schuld nicht dem verwendeten Schmieröl zuzuschreiben ist, sondern daß die Ursache entweder in Verunreinigungen von Zylinder und Lager oder im mangelhaften Zustande von Kolben und Zylinder liegt. Die Verunreinigungen im ersten Falle sind entweder auf grobe Fahrlässigkeit oder auf Mängel in der Maschinenpflege zurückzuführen, die darin bestehen, daß die geschmierten Maschinenteile nicht oft genug von

dem durch allmählich eingedrungenen Staub verunreinigten und verdickten Öl gereinigt werden. Die Entstehung des Rückstandes ist in beiden Fällen gleich, zuerst Entstehung eines mechanischen Gemenges aus Öl und festen Stoffen, dann infolge vermehrter Reibung und starker Erhitzung Oxydation und Verkohlung des Schmieröls“.

Die im Vorstehenden gebotenen Ausschnitte aus der Tätigkeit der einzelnen Abteilungen sind nicht mehr als Stichproben und geben daher nur ein sehr unvollständiges Bild von der Wirksamkeit des Amtes, sie dürften aber doch genügen, um zu zeigen, wie außerordentlich mannigfaltig die Aufgaben der Materialprüfung sind, welche Anforderungen sie an die Kenntnisse des Prüfenden stellen und welche Bedeutung sie für die Praxis haben. Durch die dauernde Beschäftigung mit der Materialprüfung wird natürlich auch eine große und umfangreiche Erfahrung angesammelt, die dem Amte eine große Sicherheit in der Beurteilung von Materialien aller Art gibt, und es erscheint daher nur folgerichtig, daß das Amt nicht nur vom Gericht, sondern auch von Behörden und Privaten in Streitigkeitsfällen als Schiedsrichter angerufen und zur Beratung bei der Aufstellung von Lieferungsverträgen und dergleichen als Berater herangezogen wird. Zu dieser unmittelbar als nützlich zu erkennenden Tätigkeit kommt aber noch eine nicht so unmittelbar in die Augen fallende, vielleicht aber noch bedeutsamere Wirkung, die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Industrie. Bestimmungen über die Güte eines von irgend einem Zweige der Industrie hergestellten Materials werden immer dann getroffen, wenn das fragliche Material zwar in der verlangten Güte hergestellt werden kann, vielfach aber nicht hergestellt wird. Sind nun aber von dem Materialprüfer Verfahren ausgearbeitet, die eine einwandfreie Beschaffung des Materials mit Sicherheit festzustellen gestatten, so können mit Leichtigkeit die minderwertigen Lieferungen erkannt und rechtzeitig ausgemerzt und die Lieferanten zur Lieferung einwandfreien Materials gezwungen werden. Der Erfolg wird in einem derartigen Falle der sein und ist es auch schon oft, z. B. in der deutschen Papierindustrie, gewesen, daß nach einiger Zeit sämtliche Fabriken, die das Material herstellen, einwandfreies Material liefern; das vorher im Handel nicht selten gewesene minderwertige Material wird aus dem Handel verschwinden, und damit ist die Durchschnittsqualität des betreffenden Produktes selbst gehoben. Je weiter sich das Materialprüfungswesen entwickelt und je besser es seine Aufgaben erfüllt, in einem um so stärkeren Maße wird es auf eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit und der Leistungen der Industrie hindrängen. Auch das Materialprüfungswesen, das ja in Deutschland einen besonders hohen Stand erreicht hat, ist ein Teil jener großartigen Organisation, dem unser Vaterland seine Erfolge in dieser schweren Zeit verdankt.

## Literatur.

A. Martens und M. Guth: Das Königliche Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule Berlin. Berlin 1904, Verlag von Julius Springer.

F. W. Hinrichsen: Das Materialprüfungswesen unter besonderer Berücksichtigung der am Königlichen Materialprüfungsamte zu Berlin-Lichterfelde üblichen Verfahren im Grundriß dargestellt. Stuttgart 1912, Verlag von Ferdinand Enke.

Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt zu Berlin-Lichterfelde-West. Berlin 1904 ff., Verlag von Julius Springer.

## Besprechungen.

**Born, Max, Dynamik der Krystallgitter.** Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1915. VII, 122 S. Preis geh. M. 7,—, in Leinw. geb. M. 7,60.

Als *Schönflies* seine in mathematischer Hinsicht abschließende Theorie der Kristallstruktur herausgab — es war im Jahre 1891, in der Blütezeit der sog. Energetik —, wurde ihm entgegengehalten, wie unzeitgemäß sein Buch sei, da die atomistische Denkweise mehr und mehr an Geltung verliere. Inzwischen hat das Mißtrauen gegen die Atomistik einer unbestrittenen Herrschaft der atomistischen Methoden Platz gemacht. Die einzelnen Schritte zum Wege ihrer Herrschaft sind etwa die folgenden: das Studium der Brownschen Bewegung und ihre restlose theoretische Erklärung, die Erfolge der Mikroatome, genannt Elektronen, die genaue Bestimmung der Atomgrößen aus der Strahlungstheorie, zuletzt, aber für den Atomismus des festen kristallisierten Zustandes besonders bedeutsam, die Lauesche Entdeckung.

Eine Strukturtheorie der Kristalle gibt es seit länger als einem halben Jahrhundert; aber sie war eine schöne mathematische Hypothese, mit der die eigentliche Kristallphysik nicht viel anfangen konnte. Die maßgebenden Lehrbücher der Kristallphysik — *Liebisch* 1891 und *Voigt* 1910 — beschränken sich daher auf eine phänomenologische Darstellung, die die Symmetrie des Kristalles und des physikalischen Vorganges berücksichtigt, aber die genauere Bestimmung der mit ihr verträglichen Konstanten der Erfahrung überläßt. Eine solche Darstellung verzichtet in vorsichtiger Beschränkung auf eine vollständige Erklärung der kristallphysikalischen Vorgänge und verhält sich zu der endgültigen Behandlung der Kristallphysik, wie sie heutzutage nach der Laueschen Entdeckung möglich ist und wie sie in allgemeinen Zügen von *M. Born* entworfen wird, etwa so, wie sich die klassische Thermodynamik verhält zu der kinetischen Theorie der Materie.

Die klassische Thermodynamik, die mit Unrecht den Namen mechanische Wärmetheorie führt, will nichts weniger als eine Zurückführung der Wärmewirkungen auf Mechanik. Im Gegenteil: Sie vermeidet im Interesse größter Allgemeinheit und Zuverlässigkeit ihrer Behauptungen jedes spezielle Bild, stellt allgemeine Prinzipien auf, von denen das wichtigste, der zweite Hauptsatz, einen ausgesprochen verbotenden, negativen Charakter hat, und schafft aus ihnen einen allgemeinen Rahmen, in den die Tatsachen sich einfügen lassen. Auf eigentliche Kausalität im mechanischen oder elektrodynamischen Sinne wird dabei von vornherein verzichtet. Die Thermodynamik antwortet nur auf das Was, nicht auf das Warum und Wie. Anders die auf dem Atomismus aufgebaute Gastheorie und ihre Verallgemeinerungen, die Theorie der Lösungen und die Statistik überhaupt, welche mechanische Wärmetheorien

im eigentlichen Wortsinne sind. Diese Theorien bilden spezielle Bilder, welche im typischen Falle der harten elastischen Kugeln der Gastheorie sogar bewußtermaßen zu speziell sind. Das Verhalten dieser speziellen Systeme wird teils kausal-mechanisch, teils überschläglic und statistisch untersucht, wobei ein voller Einblick in das Warum oder mindestens in das Wie erzielt wird. Die Folgerungen der kinetischen Theorien gehen daher viel tiefer und sind quantitativ viel bestimmter wie die Folgerungen der Thermodynamik. Die kinetische Theorie kann Naturkonstanten zahlenmäßig bestimmen, z. B. die spezifische Wärme der ein- und mehratomigen Gase oder der idealen festen Körper, die Thermodynamik dagegen kann nur Beziehungen zwischen solchen Konstanten aufstellen. Dafür sind andererseits die Behauptungen der Gastheorie mit demjenigen Grade von Unsicherheit behaftet, welcher den zugrundegelegten Bildern zukommt, während die Behauptungen der Thermodynamik unbedingt bindend sind (bedingt nur durch die etwaigen Grenzen der Thermodynamik überhaupt).

Das wertvolle Buch von *Born* entwickelt nun — auf Grund der Laueschen Entdeckung und ihrer weiteren Ausgestaltung durch die Herren *Bragg* — die Grundlinien einer kinetischen Theorie der Kristalle und geht daher über den bisherigen Stand der Kristallphysik, was die Bestimmtheit der Resultate und die Befriedigung des Kausalitätsbedürfnisses betrifft, um ebensoviel hinaus, wie die kinetische Gastheorie über die bloße thermodynamische Behandlung. In mancher Hinsicht ist sogar die kinetische Theorie der Kristallgitter günstiger gestellt und in ihren Grundlagen besser gesichert wie die kinetische Theorie der Gase. Die Anordnung der Kristallatome kann nach *Bragg* als bekannt gelten, durch die Wärmebewegung und durch irgendwelche äußeren Kräfte wird sie nur unwesentlich beeinflusst. Es fehlen ganz die katastrophalen Ereignisse der Zusammenstöße, die in der Gastheorie für den Energieaustausch unentbehrlich sind. Was hierbei vorgeht, wissen wir nicht; es ist schwer zu denken, daß der Zusammenstoß nicht quantenartig beeinflusst und dadurch der rein mechanischen Behandlung entzogen sein sollte. Hieraus entstehen in der Gastheorie bekannte Unsicherheiten bei den Problemen der freien Weglänge. In der kinetischen Kristalltheorie sind wir hiervon frei. Eine (viel weniger ins Gewicht fallende) Unsicherheit besteht hier nur darin, daß wir uns entscheiden müssen, ob wir für die Rechnung den Atomen Kugelsymmetrie beilegen und dementsprechend die Kräfte zwischen ihnen als Zentralkräfte ansetzen wollen, oder ob wir schon dem Atome einen nach den verschiedenen Richtungen unterschiedlichen Symmetriecharakter geben und dementsprechend die bei Deformationen entstehenden Zusatzkräfte als allgemeinste lineare Funktionen der Koordinatenänderungen nehmen wollen. *Born* entscheidet sich für das letztere (ähnlich wie *Laue*, der deshalb seine Theorie mit der Richtungsfunktion  $\psi$  behaftet), um so mehr als der erstere spezielle Standpunkt keine entsprechenden Vorteile der Vereinfachung bietet.

Der Vergleich mit der Gastheorie ist übrigens nicht nur sachlich, sondern auch formal-methodisch nahegelegt. Der Verf. hat sich mit den mathematischen Gedanken erfüllt, die *Hilbert* in der Theorie der Integralgleichungen (linearen Gleichungen mit unendlich vielen Unbekannten) geschaffen und in seiner Darstellung der Gastheorie zur Anwendung gebracht hat. Die beobachtbaren Gesetze erscheinen hier als die Bedingungen dafür, daß die Gleichungen für die Molekular-

vorgänge mit ihrer ungeheuren Zahl von Unbekannten auflösbar sind. Es ist Verf. gelungen, diese Methode auf die Gittertheorie zu übertragen. In diesem Sinne bildet die Widmung des Buches an *David Hilbert* einen sinnvollen Schmuck der Theorie.

Bezüglich der Terminologie sei erwähnt, daß das Wort Gitter hier in weiterem Sinne gebraucht wird, wie bei *Schönflies*, nämlich nicht im Sinne des einfachen Bravais'schen Gitters, sondern im Sinne des Schönflies'schen „Punktsystems“, welches stets aus mehreren ineinander gestellten einfachen Gittern aufgebaut werden kann. Das Wort Punktsystem schien dem Verf. zu farblos und nichtssagend. Auch sonst wird in der an *Laue* anschließenden Literatur das Wort Gitter in diesem allgemeineren Sinne mit Recht bevorzugt.

Die Darstellung ist leider etwas abstrakt und wegen der vielen Variablen und Indices nicht ganz leicht zu übersehen. Dies liegt natürlich in der Natur der Sache und in der angestrebten vollen Allgemeinheit begründet. Schon die frühere phänomenologische Kristallphysik mußte sich manche abfällige Bemerkung gefallen lassen wegen ihrer schwerfälligen Darstellung, die sie doch nicht ändern konnte.

Was den sachlichen Inhalt des Buches betrifft, so müssen wir uns, um uns nicht in Einzelheiten zu verlieren, naturgemäß kurz fassen. Es werden behandelt die Elastizitätstheorie; die Piezoelektrizität und ihre Umkehr; die dielektrische Polarisation und die Wellenlänge der Reststrahlen; die spezifische Wärme der Kristalle und als Hauptstück die Kristalloptik und die optische Aktivität. Andere Erscheinungen, die von der besonderen Wirkung der Molekularkräfte wesentlich abhängen, wie Festigkeit, thermische Ausdehnung, Ätzfiguren, Pyroelektrizität, bleiben außer Betracht.

Nur auf zwei Punkte wollen wir noch die Aufmerksamkeit besonders richten, auf die historisch berühmte Frage nach der Zahl der elastischen Konstanten und die Erklärung der optischen Aktivität. Die ältere Molekulartheorie der Elastizität rechnete mit Zentralkräften zwischen den Molekülen des Kristalls und gewann nur 15 elastische Konstanten. Die allgemeine Symmetriebetrachtung und die Beobachtung aber verlangte deren 21. *Born* zeigt nun, daß die Schuld nicht die Zentralkräfte und gewiß nicht die atomistische Auffassung der Materie tragen, sondern die zu spezielle Vorstellung von den Kristallgittern. Gerade das chemisch interessanteste Resultat der Bragg'schen Untersuchungen, daß nämlich die chemischen Atome im Kristall gesondert auftreten und daß der Kristall aus mehreren ineinander gestellten Gittern verschiedener Atome besteht, genügt, um den Widerspruch zu heben. Zu den 15 Konstanten, welche die ältere Betrachtung für das einzelne Gitter lieferte, kommen nämlich jetzt gerade 6 Konstanten hinzu, welche sich aus der wechselseitigen Verschiebung und Energie zweier oder mehrerer solcher Gitter bestimmen.

Die optische Aktivität der Kristalle andererseits mußte man früher durch eine besondere Hypothese, die Annahme einer rotatorischen Kraftwirkung des elektrischen Feldes erklären, für die jedes Verständnis und jede Analogie fehlte. Es ist nun der „befriedigende Schlußstein“ der Gittertheorie, daß diese die optische Aktivität ohne weiteres und auf demselben Wege liefert wie die übrige Kristalloptik. Die gewöhnliche Kristalloptik ergibt sich nämlich als erste Näherung für hinreichend lange elektromagnetische Wellen. Geht man aber zu einer zweiten Näherung

über, so treten in enantiomorphen Kristallgittern gerade solche Zusatzglieder auf, die die optische Aktivität liefern. Es liegt, wie ich glaube, im Sinne von Herrn *Born*, wenn ich auf eine Berichtigung hinweise, die er inzwischen in der *Physikalischen Zeitschrift* hierzu hat erscheinen lassen. Sie betrifft die letzte Formel des Buches, die beim Vorhandensein von doppelt zählenden Dispersionsfrequenzen um ein Zusatzglied zu vermehren ist. Die hieraus gezogene Folgerung, daß die Drehung der Polarisationssebene für keine Frequenz unendlich groß werden kann, läßt sich dann — immer unter Vernachlässigung der Dämpfung — nicht mehr aufrecht erhalten.

Natürlich sind es nur, wie mehrfach gesagt, die Grundlinien einer kinetischen Theorie der Kristalle, die hier gezogen werden. Es fehlt nicht nur die Ausarbeitung aller Spezialfälle und die Einbeziehung der schon oben genannten weiteren Erscheinungsgebiete, sondern auch die Lösung der grundsätzlichen Frage: Wie ist der Aufbau und Zusammenhalt eines Kristalles aus elektrisch geladenen Teilchen lediglich unter der Wirkung elektrodynamischer Kräfte möglich? Verfasser deutet zum Schluß an, wie er sich die Lösung dieser Frage denkt, nämlich im Sinne des Bohrschen Atommodells, also durch Hinzunahme stabilisierender innerer Bewegungen und durch Eingreifen der Quantentheorie.

A. Sommerfeld, München.

## Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

### Reisen im nördlichen Kleinasien.

In der Sitzung am 6. November hielt Herr Professor Dr. *R. Leonhard* (Breslau) einen Vortrag über seine *Reisen im nördlichen Kleinasien*. In drei verschiedenen Jahren hat der Vortragende Paphlagonien durchforscht, jene Landschaft Kleasiens, die sich in Form eines Kreissegmentes von der west-östlich verlaufenden Nordküste des Landes in das Schwarze Meer hinein erstreckt. Hauptsächlich wurde das Gebiet zwischen den Flüssen Sakaria im Westen und Kisil Irmak (dem Halys der Alten) im Osten, der Schwarzen-Meer-Küste im Norden und der Strecke Eskischehir—Angora der Anatolischen Eisenbahn im Süden untersucht. Die aufgenommenen Routen haben eine Länge von etwa 2400 km und gaben die Grundlage ab für die betreffenden Blätter der großen Karte von Kleinasien in 1 : 400 000, die von Professor *R. Kiepert* bearbeitet worden ist. Von 320 Punkten konnte die Höhenlage durch barometrische Messungen bestimmt werden.

In seinem geologischen Bau weist das nördliche Kleinasien den mitteleuropäischen Typus auf; es ist ein Schollenland von etwa 1000 m mittlerer Höhe, mit tief eingeschnittenen Talsystemen, zwischen denen Rücken von 1600—1900 m mit noch höheren Gipfeln stehen geblieben sind, die im Großen Ilkaz mit 2350 m kulminieren. In diesem Mosaik von Schollen bestehen die am höchsten gehobenen aus alten, meist im Eozän oder früher gefalteten Schiefer, während sich die tertiären Ablagerungen in den tieferen Senken des durch zahlreiche Brüche zerstückelten Schollenlandes erhalten konnten. Da es keine einheitlichen türkischen Namen für die Gebirge gibt, so ist eine großzügige orographische Beschreibung des Landes mit Schwierigkeiten verknüpft, die sich nur durch Einführung neuer Bezeichnungen beseitigen lassen. Der Vortragende unterscheidet den ostbithynischen Gebirgsbogen im Westen und den paphlagonischen im

Osten. Beide treffen sich im Massiv des Ala Dagh, einer der ausgedehnten, bis 1000 m mächtigen vulkanischen Lavamassen, die bei der Zertrümmerung des Landes in einzelne Schollen durch Emporquellen aus den Tiefen ausgebrochen sind. Den Gipfel dieses aus Andesitlava bestehenden Stockes bildet der Köroglu, ein alter Kraterberg von 2315 m, der durch eine 20 m hohe, steile Felspyramide gekrönt ist. Während man den Berg von Norden her leicht besteigen kann, und er auf diesem Wege auch für Pferde zugänglich ist, fällt er nach Süden hin steil in ein Kratertal mit Ausgang, eine sogenannte Caldera, ab, auf dessen Boden die Hirten eine ständige Alm besitzen, wie auch die ganze Umgebung des Berges mit Sommerweiden bedeckt ist. Der Köroglu ist der einzige wirkliche Vulkankegel in dem Gebiet, das sonst nur Deckenergüsse aufweist, deren große Mächtigkeit sich in den tief eingeschnittenen Tälern erkennen läßt.

Die Ausbruchszeit der vulkanischen Massen liegt zwischen der Ablagerung des eozänen Nummulitenkalkes, der letzten marinen Bildung, und dem Absatz der (wahrscheinlich ober-) miozänen gips- und salzführenden Formation, die eine Lagunen- und Binnenseeablagerung darstellt. Seit Beginn dieser Festlandsperiode ist das Land in ungleichmäßiger Weise gehoben worden, während das alte pontische Becken, das bis dahin ein Binnensee gewesen war, tiefer einsank, sich mit Meerwasser füllte und damit das jetzige Schwarze Meer bildete. Eine derartig bedeutende Absenkung des Mündungsniveaus der Flüsse erniedrigte deren Erosionsbasis, so daß sie zu stärkerer Arbeit gezwungen wurden und die Erosion in die Tiefe rasche Fortschritte machte. Daher ist das Schollenland durch tiefe Flußtäler verschiedenen Alters, die oft aus Abflüssen der ehemals abflußlosen Seebecken entstanden sind, zerschnitten. Auffallend ist der parallele Verlauf der Täler in gewissen Gebieten. Im allgemeinen sind die Talfurche, die oft, wie z. B. im Bojalü-Gau, 1000 m tief in das Plateau einschneiden und dasselbe zu einem richtigen Erosionsgebirge umgestaltet haben, starke Verkehrshindernisse. Das Gefälle der Flüsse ist in der Regel ausgeglichen, und die Stromschnellen sind auf wenige Durchbruchsstellen beschränkt. Am deutlichsten ist der Charakter der alten Rumpfflächen noch auf denjenigen Plateaus erhalten, welche die Wasserscheiden bilden. Am stärksten ist die Modellierung in den durch Vegetation nicht geschützten Gebieten des Binnenlandes.

Die gute Übereinstimmung der Kamm- und Gipfelhöhen im Ala Dagh mit denen der Schieferkämme deutet auf eine gemeinsame Abtragungsursache hin. Viele heiße Schwefelquellen und zahlreiche Erdbeben sind Anzeichen für den Reichtum an Spalten, die das Gebirgsland durchsetzen.

Je mehr man sich nun der Küste nähert, um so steiler werden die Felswände und um so tiefer die Täler. Unvermittelt bricht das Gebirge zur Küste ab, indem vom Filiosflusse bis nach Sinope eine Schwelle von Kreideschollen, deren Fallrichtung landeinwärts geht, durchweg mehr als 1000 m Höhe erreicht und in steilem Absturz an das Meer tritt. Daher finden sich auch an dem ganzen Küstenstrich zwischen Eregli und Sinope keine brauchbaren Häfen, sondern nur offene Reeden, die aber so wenig Schutz gewähren, daß die Schiffe bei ungünstigem Wetter mitunter drei Wochen lang nicht anlaufen können. Auch die Steilheit des Anstieges von der Küste ist der Entwicklung von Hafenorten nicht günstig, denn sie erschwert den Verkehr mit dem Hinterlande, das

von der See fast gänzlich abgeschnitten und auf den Binnenverkehr angewiesen ist.

Trotzdem aber übt das Meer seinen Einfluß weit landeinwärts aus, da es für das Klima und die vegetative Entwicklung des Landes von maßgebendem Einfluß ist. Die von ihm kommenden Nord- und Nordostwinde setzen ihre Feuchtigkeit an den mindestens 1700 m hohen Kämmen der Schieferzone wie der Andesitgebirge ab. Der Niederschlag fällt überwiegend im Winter, der als Regenzeit im Oktober einsetzt. Weiter im Innern wird der Regenfall unregelmäßig.

Die Südgrenze der zusammenhängenden Wälder verläuft ziemlich parallel zur Küste. Sie bildet eine natürliche Scheidelinie zwischen den nördlichen peripherischen Teilen, deren Klima fast dem mitteleuropäischen gleicht, aber wegen der mittleren Höhenlage von 1000 m sehr exzessiv ist, und dem südlichen zentralen Teile, der im Regenschatten der Gebirgszone gelegen ist, daher nur geringe Feuchtigkeit erhält und in trockenen Sommern häufig unter Dürre leidet, die zu Hungersnöten Anlaß gibt. Die obere Waldgrenze liegt am Nordabhang 1900 m, am südlichen 1800 m hoch. Der Gerstenbau reicht im Norden etwa 1350, im Süden 1470 m hoch, wie das höchstgelegene Dorf erkennen läßt. Aber noch darüber hinaus gehen die ständigen Almen (Jaila), die von Juni bis Ende September bezogen werden. Wichtiger aber als der Ackerbau ist überall die Viehzucht. Im Süden überwiegt die Zucht von Schafen und Ziegen, im Norden die von Rindern einer kleinen Rasse. Charaktergebend, weil sie sich als weiße Punkte überall in der braunen Landschaft wirkungsvoll abheben, sind die Angoraziegen, deren Haarkleid die Mohärwolle liefert.

In den trockensten Gebieten, wo das Holz fehlt, werden die Häuser aus Lehm und Häcksel gebaut. Das flache Dach der einen Hütte dient oft als Eingang zur nächsten, höher gelegenen. Metallblech, das mitunter als Turmbeschlag bei Moscheen verwendet wird, ist in Form von Petroleumbehältern aus Baku ins Land gekommen. Die Täler des nördlichen, peripherischen Teiles sind fruchtbarer als der Süden. Namentlich gilt dies von den Ebenen der Senkungsfelder, die ausgefüllte Seebecken darstellen, in denen jedoch die Malaria endemisch ist. Das peripherische Gebiet umfaßt ungefähr das Vilajet Kastamuni, dessen gleichnamiger stattlicher Hauptort mit 30 000 Einwohnern die bedeutendste Stadt des Nordens darstellt. Die Volksdichte beträgt hier 18 Einwohner auf den Quadratkilometer. Der südliche, zentrale Teil deckt sich mit dem Sandjak Angora, das nur 10 Einwohner pro Quadratkilometer aufweist.

Ein großer Teil im Norden, wenigstens ein Viertel, ist Waldland, und nach der Küste zu sind noch breite Streifen von Urwald mit morastigem Boden erhalten. Die einzelnen Täler bildeten bisher abgeschlossene Gae; sie sind aber seit den ältesten Zeiten bewohnt. Überall begegnet man zahlreichen Spuren des Menschen: Höhenfestungen, Ruinenhügel (Tells), Grabhügel (Tumuli) usw. charakterisieren viele Teile als historische Landschaft. Eigenartig sind die Felsen- oder Treppentunnels, die unter 45° Neigung in die Tiefe führen. An schroffen Wänden liegen, meist weithin sichtbar, in Fels gehauene Gräber, die z. T. dem Wohnhause des Bestatteten nachgebildet sind und eine einheimische Hausform wiedergeben, die sich als Ausdruck einer bodenständigen Bauernkunst seit dem frühesten Altertum erhalten hat. Die Ähnlichkeit dieser Hausform mit dem Antentempel der Griechen, dessen Form aus Kleinasien übernommen sein dürfte,

wird wohl keine zufällige sein. Felsen und Ruinen sind stark durchsetzt von Erdbebenrissen.

Die heutige Bevölkerung erscheint auf den ersten Anblick einheitlich durch den islamischen Glauben sowie die gleichen Sitten und Trachten. Sie stellt großenteils eine Mischung älterer Völker mit den seit dem 11. Jahrhundert eingedrungenen türkischen Stämmen dar. Bei näherer Untersuchung aber erkennt man auch einige unvermischte Reste der alten Urbevölkerung, die sich als Sektierer erhalten haben, so z. B. die Kizilbaschen (zu deutsch Rotköpfe) im Nordgalatischen Gebirge. Sie zeigen einen ausgeprägten westeuropäischen Typus, haben starken Bartwuchs und dürfen als Nachkommen der alten Galater gelten. Die türkischen Bauern dagegen gleichen in Bildung von Mund und Nase noch auffällig den Turkmenen, ebenso in ihrem dünnen Barthaar. Je reiner die türkische Abstammung, um so spärlicher der Bartwuchs.

Die Kinderzahl in den Dörfern ist auffallend gering, desgleichen die Kleinheit der Ansiedelungen, die oft nur 8 bis 10 Höfe umfassen, deren jeder 4 bis 5 Einwohner zählt. Die Abnahme der Bevölkerung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts läßt eine Vermehrung der Volkszahl als nötigste Voraussetzung für ein Aufblühen des Landes erkennen. Bei der dünnen Besiedelung wäre eine Verzehnfachung der Bevölkerung wohl möglich. Augenblicklich sind allerdings die Kommunikationsverhältnisse sehr ungünstig. Wenn der Bauer zu Markte geht, setzt er auf den schmalen, oft an Abgründen entlang, durch reißende Bäche führenden Wegen jedesmal sein Leben aufs Spiel. Eine wichtige Aufgabe ist daher die Aufschließung der mittleren Täler Paphlagoniens, die durch den Ausbau der projektierten Eisenbahnlinie Adabazar—Boli—Tossia—Samsun verwirklicht werden könnte. Damit wäre der Anschluß an den Weltverkehr und die Möglichkeit einer Ausnutzung der bisher noch nicht gehobenen Bodenschätze des sehr entwicklungsfähigen Landes gegeben.

Dem Vortragenden bot sich auf seinen Reisen die Gelegenheit, noch vor dem Anbruch dieser kommenden Epoche das türkische Volkstum jener abgelegenen Gegend in seiner Ursprünglichkeit zu beobachten. Er hat die Resultate seiner Forschungen in einem ausführlichen Reisewerke: „Paphlagonia, Reisen und Forschungen im nördlichen Kleinasien“ (Berlin 1915) niedergelegt.

O. Baschin.

## Technische Mitteilungen.

**Die Rauchverhütungsvorrichtung „Bauart Staby“.** Um bei Dampfkesselfeuerungen eine möglichst rauchfreie Verbrennung zu erzielen, muß man den Brennstoff sowie die notwendige Menge an Verbrennungsluft möglichst gleichmäßig, am besten ununterbrochen und gut gemischt, dem möglichst in Hellglut befindlichen Verbrennungsraum zuführen. Bei Kesselanlagen, deren Dampferzeugung großen Schwankungen ausgesetzt ist, werden aber auch nicht einmal automatische Brennstoffbeschickungsvorrichtungen ein zeitweises Rauchen verhüten können, zumal wenn ein gasreiches Brennmaterial verfeuert wird. Das einfachste Mittel, um eine rauchschwache Verbrennung zu erzielen, ist in der Verfeuerung gasarmer Brennstoffe gegeben, die vollkommenste Rauchlosigkeit wird beim Verfeuern von Koks und Anthrazit erreicht. Diese Brennstoffe sind aber nicht immer in der erforderlichen Menge und

preiswert zu erhalten, auch eignen sich die gasarmen Kohlen, weil sie bedeutend schwerer anzubrennen, nicht für stark im Dampfbedarf wechselnde Betriebe. Auch die Verfeuerung von Generatorgas an Stelle der Rohkohle konnte sich bisher für Dampfkesselfeuerungen nur vereinzelt in Deutschland einführen, so daß alle neueren Versuche zur Erzielung einer rauchschwachen Verbrennung die Verwendung normaler Brennstoffe voraussetzen.

Bei der Verbrennung fester Brennmaterialien aller Art entweichen zunächst die flüchtigen Bestandteile des frisch aufgeworfenen Brennstoffes in Gestalt von Schwelgasen als leichte und schwere Kohlenwasserstoffe. Später wird der Kohlenstoff des entgasten Brennmaterials je nach seiner Schichthöhe und der zugeführten Luftmenge zu Kohlenoxyd oder zu Kohlen säure verbrannt. Unmittelbar nach jedem Aufwerfen von frischem Brennmaterial, also gleichzeitig mit dem Entschmelzungsprozesse und ebenso beim Nachschüren des Feuers findet eine erhebliche Rauch- und Rußentwicklung statt. Die Abgase eines durchgebrannten Feuers sind dagegen fast unsichtbar.

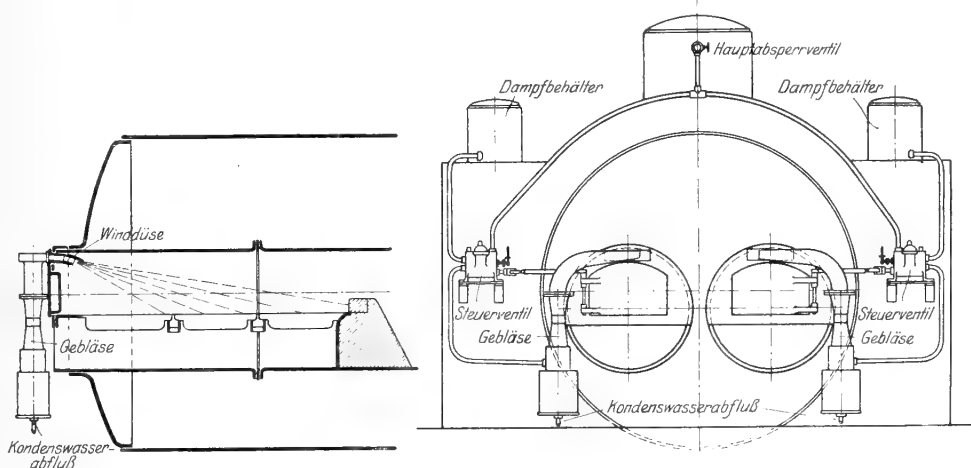
Die gleichen Erscheinungen lassen sich bei Feuerungen mit wechselnden Zugverhältnissen, z. B. bei Kesselanlagen, deren Belastung oft wechselt und welche mit künstlichem Zug arbeiten, auch dann beobachten, wenn der Zug zeitweise verringert wird und infolgedessen nur eine ungenügende Menge Verbrennungsluft durch die Rostspalten gesaugt wird. Bei vollkommener Oxydation der Schwelgase entstehen Kohlensäure und ähnliche unsichtbare Gase. Die Rauch- und Rußentwicklung ist also ein Beweis für die Unvollkommenheit der Verbrennung der Schwelgase. Zur vollkommenen Verbrennung dieser Gase ist es erstens erforderlich, daß ihnen eine genügende Menge atmosphärischen Sauerstoffs zugemischt, zweitens, daß dieses Gasluftgemisch alsdann entzündet wird. Wird das frische Brennmaterial vorzugsweise auf die hellen, in Weißglut befindlichen Stellen der Feuerung geworfen, dann ist eine genügende Erhitzung und somit die Entzündung der Schwelgase wohl stets gewährleistet. Wird jedoch die Verbrennungsluft nicht in ausreichender Menge zugeführt, so verbrennt infolge Sauerstoffmangels nur ein Teil der Schwelgase vollständig. Die schweren Kohlenwasserstoffe, die Teerdämpfe, oxydieren dagegen unter Ausscheidung von Kohlenstoff und kohlenstoffreichen Verbindungen, die in fein verteiltem Zustande durch den Schornstein entweichen und als Rauch und Ruß die Luft verunreinigen. Eine vollständige Rauchbeseitigung ist also gleichbedeutend mit bester Wärmeausnutzung des Brennmaterials. Um eine rauchschwache und zugleich wirtschaftliche Verbrennung zu erzielen, muß die Luftzufuhr nach einem jedesmaligen Beschicken der Feuerung besonders geregelt werden. Dies geschieht vorteilhaft unter Verwendung von Oberluft, welche man über den Rost oder hinter demselben so lange in den Gasstrom einführt, bis die frisch aufgeworfenen Brennstoffmengen entgast sind. Die Temperatur im Feuerungsraum würde jedoch erheblich sinken, wenn zuviel Oberluft eingeführt wird. Die eingeführte Oberluft muß darum dem jeweiligen Bedarf angepaßt sein. Ferner muß die Oberluft auch so eingeführt werden, daß sie mit den Schwelgasen sich innig mischen kann, und daß diese Mischung bereits an einer Stelle vor sich geht, wo die Temperaturen zur Entzündung des Gemisches ausreichend sind. Diese Forderungen, zur rechten Zeit eine dem jeweiligen Bedarf selbsttätig angepaßte Menge Oberluft in der richtigen Weise in den



Feuerungsraum einzuführen, ohne daß dadurch die Verbrennungstemperatur nachteilig beeinflußt wird, erfüllt die Rauchverhütungsvorrichtung Bauart „Staby“: Bei geöffneter Feuertür füllt sich beim Staby-Apparat ein Dampfbehälter mit Kesseldampf an und betreibt nach Schließen der Tür unter Beimischung von direktem Dampf aus dem Kessel Gebläse, welche Frischluft ansaugen und ein Dampf-Luft-Gemisch von oben her auf die Kohlschicht in den Feuerungsraum einblasen. Hierbei kann nur bei einer vollkommenen Rostbeschickung der Druck im Dampfbehälter bis auf den vollen Kesseldruck steigen. Von der Höhe dieses Druckes ist die Blasedauer und die Menge des eingeführten Dampf-Luftgemisches abhängig. Da nun die Öffnungsdauer der Feuertür beim Nachfeuern ungefähr der jedesmal aufgegebenen Brennstoffmenge entspricht, ist damit auch die nachher eingeführte Oberluftmenge dem Bedarf selbsttätig angepaßt. Wenn der Inhalt des Dampfbehälters erschöpft ist, sind die Gebläse außer Tätigkeit. Bei der Stabyschen Konstruktion tritt dies erst ein, wenn das Feuer durchgebrannt und dann eine weitere Luft- bzw. Dampfzuführung nicht mehr erforderlich, sondern sogar schädlich ist. Wird nicht nachgefeuert, noch nachgeschürt, so bleibt

rates trockenen Dampf zu bekommen. Da die Vorrichtung ständig im Betriebe sein soll, ist das Ventil nur zur Beseitigung etwaiger Störungen zu schließen. Wie aus der Abbildung ersichtlich, wird für jedes Flammrohr eine vollständige, unabhängig voneinander arbeitende Vorrichtung vorgesehen. Gebläse und Steuerventile sind seitlich am Kessel eingebaut. Die Winddüsen ragen in den Feuerraum hinein und sind mit dem Austrittstutzen der Gebläse durch einen Gußkrümmer verbunden. Die Dampfbehälter sind in diesem Falle oben auf dem Kessel angeordnet.

Zum Anstellen der Vorrichtung genügt es, das Dampfabsperrventil zu öffnen, die Anlage arbeitet dann während des Betriebes vollkommen selbsttätig, und zwar in folgender Weise: Werden die Feuertüren zum Nachfeuern oder Schüren geöffnet, so füllen sich die Dampfbehälter mit Dampf an und entspricht der darin sich bildende Druck der Öffnungsdauer der Türen. Bei normaler Rostbeschickung erreicht der Druck im Dampfbehälter dieselbe Höhe wie im Dampfkessel. Gleichzeitig blasen bereits die Gebläse ganz schwach, jedoch treten dieselben erst beim Schließen der Türen voll in Tätigkeit. Hierbei öffnen sich die Lufteinlaßklappen an den Gebläsen und es wird ein Dampf-



auch die Vorrichtung abgestellt. Die Dampföfen ragen nicht in den Feuerungsraum hinein und sind dadurch vor dem Verbrennen geschützt; sie sind vielmehr innerhalb eines Gebläses angeordnet und somit gegen Querschnittsveränderungen und Verbrennen gut geschützt. Der richtige Querschnitt der Düsen spielt für die zuverlässige Wirkung der Anlage eine große Rolle. Zu der Rauchverhütungsvorrichtung gehören ein Hauptabsperrventil, ein Steuerventil mit Antriebsgestänge, ein Dampfbehälter, mehrere Gebläse mit Schalldämpfer sowie mehrere Winddüsen mit Rohrleitung dazu. Am Lufteintritt des Gebläses ist ein Schalldämpfer angebaut, der mit Koks gefüllt ist und die Schallwellen erheblich mindert. Die Winddüsen haben eine entsprechende Neigung, so daß der in die Feuerkiste eingeblasene Luftstrahl direkt auf die Kohlschicht bläst. Seitliche Leitflächen in den Winddüsen sorgen für eine genügende Verteilung der Luft über die ganze Breite der Roste. Die Anordnung der Zubehörteile und Rohrleitungen richtet sich nach den jeweils vorliegenden örtlichen Verhältnissen und ist beispielsweise für einen Zweiflammrohrkessel in der obenstehenden Abbildung dargestellt.

Das Dampfabsperrventil wird zweckmäßig oben am Dampfdom angebracht, um für den Betrieb des Appa-

Luft-Gemisch mit kräftigem Strahl von oben her auf die glühende Kohlschicht geblasen, so daß die aufsteigenden Schwelgase gründlich mit Luft vermischt und wieder auf die glühende Kohlschicht herabgedrückt werden, wo sie dann vollkommen verbrennen. Während die Gebläse arbeiten, sinkt ständig der Druck in den Dampfbehältern und damit auch der Druck des Betriebsdampfes für die Gebläse, so daß mit der fortschreitenden Entgasung des Brennstoffes immer weniger Oberluft in den Feuerungsraum eingeführt wird, bis schließlich der Druck in den Dampfbehältern ganz geschwunden ist und damit die Tätigkeit der Strahlapparate aufhört. Es schließen sich alsdann die Lufteinlaßklappen an den Gebläsen, während gleichzeitig die Entwässerungsöffnungen für das Rohrsystem freigegeben werden.

Die Blasedauer muß mit Hilfe einer Stellschraube am Steuerventil so eingestellt werden, daß die Kohle vollständig durchgebrannt ist, bevor die Tätigkeit der Gebläse aufhört. Beim Nachschüren ist es zweckmäßig, mit Hilfe der Handgriffe an den Steuerventilen die Gebläse anzustellen und nach beendetem Schüren wieder abzustellen. Werden die Feuertüren nur kurze Zeit und nicht vollständig geöffnet, um die Feuer zu beobachten, so bleiben die Gebläse außer Tätigkeit. W.

**Die Verwendung von gepreßtem Stickstoff.** Während für die Komprimierung meistens nur Luft, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlensäure und Chlorgas, in neuerer Zeit auch Acetylen gas in Frage kommen und es möglich war, diese Gase verhältnismäßig preiswert herzustellen, war die Herstellung von Stickstoff in gleicher Form bisher viel schwieriger und kostspieliger. Stickstoff kostete bisher etwa 1—2 M. das Kubikmeter. Eine Erfindung des Ingenieurs *Braun*, Berlin (D. R.-P. 215 608), ist angeblich berufen, einen erheblichen Umschwung darin herbeizuführen, nachdem es gelungen ist, die Herstellungskosten des Gases bei hohen Drücken auf ungefähr 0,8—1,0 Pf. und bei Drücken von etwa 6—8 Atmosphären Spannung auf ungefähr 0,4—0,5 Pf. für einen Kubikmeter zu verringern.

Dem Braunschens Verfahren ist es angeblich möglich, den Stickstoff und im Anschluß hieran auch Kohlensäure aus den Verbrennungsgasen industrieller Feuerungsanlagen zu gewinnen. Besonders für größere Fabriken kann die Ausnutzung ihrer Abgase nach dieser Richtung hin und die Errichtung entsprechender Nebenbetriebe zur Erzeugung von Stickstoff und Kohlensäure von großer Bedeutung sein, hauptsächlich dann, wenn sie selbst diese Nebenerzeugnisse im eigenen Betriebe verwenden können. Dies dürfte wohl auch in weitaus den meisten Fällen möglich sein, da schon heute Stickstoff zu allen möglichen technischen Zwecken in der Industrie zu verwerten ist und gute Aussicht bietet, in gleichem Sinne unentbehrlich zu werden, wie beispielsweise Preßluft, gepreßter Sauerstoff, Wasserstoff usw. Wenn es bisher nicht möglich war, Stickstoff in größeren Mengen wirtschaftlich herzustellen, so lag dies an den meistens viel zu teuren und auch umständlichen Herstellungsverfahren. Die vorliegende Gewinnungsmethode, mit welcher Stickstoff handelsmäßig auf ungefähr 150 bis 200 Atmosphären Spannung gepreßt geliefert wird, scheint aber nicht nur berufen zu sein, der Industrie in bezug auf Verwertung des Gases neue Wege zu erschließen, sondern bedeutet auch in der Hauptsache für die allgemeine Feuerungstechnik in bezug auf Steigerung der Wirtschaftlichkeit einen Fortschritt von noch nicht abzusehender Tragweite.

Von den verschiedenen Verwertungsmöglichkeiten des Stickstoffes sei vor allem auf die Verwendung desselben als Kraftquelle für motorische Zwecke hingewiesen. Die Versuche hierfür liegen bereits eine ganz geraume Zeit zurück, bereits auf der Brüsseler Ausstellung wurde ein Stickstoffmotor für ein Motorboot in der Praxis vorgeführt. Diese Motore eignen sich sowohl für ortsfeste als auch ortsveränderliche Maschinen und sind mithin sowohl als Kraftmaschine zum Betriebe von Wellensträngen, für unmittelbare Kuppelung mit Stromerzeugern, als auch zum Betriebe von Automobilen, Flugzeugen usw. zu verwenden. Der Stickstoffverbrauch für die Pferdekraftstunde beträgt nach Angabe der Nitrogen-Gesellschaft m. b. H., Berlin W 30, je nach Größe des Motors etwa 10—12 cbm.

Vorteile des Stickstoffmotors sind seine im Gegensatz zu Explosionsmotoren einfachere Bauart und dementsprechend höhere Betriebssicherheit und geringere Wartung. Ferner der verhältnismäßig sehr saubere Betrieb und der Fortfall unangenehm riechender Abgase. Infolge der einfachen Bauart ergeben sich geringere Anschaffungs- und Instandhaltungskosten gegenüber anderen Motoren. Für letzteren Punkt spricht auch der verhältnismäßig geringe Druck von 6 bis 8 Atmosphären, mit welchem die Stickstoffmotoren

arbeiten. Dient der Stickstoffmotor zum Antrieb eines Fahrzeuges, so wird zur Erhöhung des Aktionsradius zweckmäßig Gas von 150—200 Atmosphären Pressung verwendet, und der Druck vor Eintritt in den Zylinder des Motors entsprechend der gewünschten Fahrgeschwindigkeit verringert. Ein weiterer, besonders für den Automobil- und Flugzeugbetrieb in Betracht kommender Vorteil ist die völlige Gefahrllosigkeit des Stickstoffbetriebes und die verhältnismäßig sehr geringe Wärmeausstrahlung der Stickstoffmotoren. Dieselben besitzen nach Angabe der Nitrogen-Gesellschaft auch für Vorwärts- und Rückwärtsgang keine besonders umständlich zu bedienenden Umsteuerungsmechanismen. Der Übergang von Vorwärts- auf Rückwärtsgang kann vielmehr unmittelbar erfolgen. Ferner fällt bei den Stickstoffmotoren das bei anderen Motoren lästige Ankurbeln fort, das Inbetriebsetzen derselben erfolgt lediglich durch eine einfache Betätigung eines Hebels am Steuerrad, und fährt dabei der Motor vollkommen ruhig und stoßfrei an. Weiter benötigen Stickstoffmotoren keine umfangreiche Kühlvorrichtung, wie andere Verbrennungskraftmaschinen.

Infolge seiner indifferenten Eigenschaft greift Stickstoff weder Maschinenteile an, noch zersetzt er Schmieröl, wie andere Treibmittel. Es können daher zur Schmierung der Stickstoffmaschinen verhältnismäßig billige Schmiermittel Verwendung finden.

Aus gleichem Grunde eignet sich Stickstoff als Konservierungsmittel für Nahrungsmittel aller Art. Auch als Kraftquelle für Förderanlagen kann er benutzt werden, um beispielsweise Nahrungsmittel, wie Getreide, Hülsenfrüchte, Kaffee, Malz, Sämereien und Flüssigkeiten, wie Fruchtsäfte, Wein, Essig usw. zu heben bzw. umzufüllen, da Stickstoff den Geschmack und die sonstigen Eigenschaften dieser Genußmittel in keiner Weise beeinträchtigt, wie dies mit anderen Fördermitteln hierbei sehr oft der Fall ist. W.

**Über die Prüfung von Hohlspiegeln für Scheinwerfer.** Scheinwerferspiegel sollen eine möglichst genaue Paraboloidform besitzen, damit die von der Lichtquelle im Brennpunkte des Spiegels ausgesandten Lichtstrahlen möglichst alle in paralleler Richtung von dem Spiegel wieder ausgestrahlt werden. Die Herstellung solcher Spiegel aus Glas erschien in früheren Zeiten den Optikern nicht möglich, und da Spiegelmetall wegen seiner Empfindlichkeit gegen die Einflüsse des elektrischen Lichtbogens nicht verwendbar ist, suchte man auf anderen Wegen wirksame Scheinwerfer herzustellen. Ihrer optischen Unvollkommenheit wegen verschwanden aber diese Konstruktionen, als es *S. Schuckert* im Jahre 1885 gelang, Glasspiegel in Paraboloidform aus einem Stück zu schleifen. Um solchen Spiegeln die genaue Form geben zu können, muß man scharfe Prüfungsverfahren dafür besitzen. Zu diesem Zweck wurde zunächst die von dem russischen Oberst *Tschikolew* ersonnene Kontrollmethode angewandt, die darin besteht, daß man dem zu untersuchenden Spiegel eine weiße Tafel mit parallelen oder gitterartig sich kreuzenden schwarzen Linien gegenüberstellt und das von der Tafel im Spiegel entstehende Bild durch eine Öffnung in der Tafel hindurch photographiert. In dem Bilde müssen dann die Linien einen kontinuierlichen geraden oder gekrümmten Verlauf zeigen, wenn auch die spiegelnde Fläche eine kontinuierlich gekrümmte ist. Da dies aber gleichfalls bei gut geschliffenen Kugel- und Ellipsenspiegeln und sogar bei guten Planspiegeln eintritt, so wird eine genauere Prüfung der Spiegel mit dem in Fig. 1 dargestellten Apparat vorgenommen: Der Spiegel wird in einem Blech-

gehäuse untersucht, das durch zwei Blenden abgeschlossen ist, deren eine acht unter  $45^\circ$  gegeneinander gestellte radiale Schlitz besitzt, während die andere mit acht spiralförmigen Lochreihen versehen ist. Die auf demselben Kreise liegenden acht Löcher sind genau um  $45^\circ$  voneinander entfernt und können durch die Blendenschlitze gleichzeitig freigegeben werden. Die Blenden werden von einer in der

stand vom Spiegel auf einer Teilung abgemessen. Fig. 2 stellt für einen Siemens-Schuckert-Spiegel von 850 mm Durchmesser die Werte der Brennweite für die verschiedenen Zonen dar; sie weichen höchstens um  $\frac{1}{2}$  mm von dem normalen Wert, 380 mm, ab. Dagegen zeigt Fig. 3 die entsprechenden Werte für einen gleich großen mit Gold überzogenen Metallspiegel der Firma Harlé & Co., dessen Form offenbar viel unvollkommener

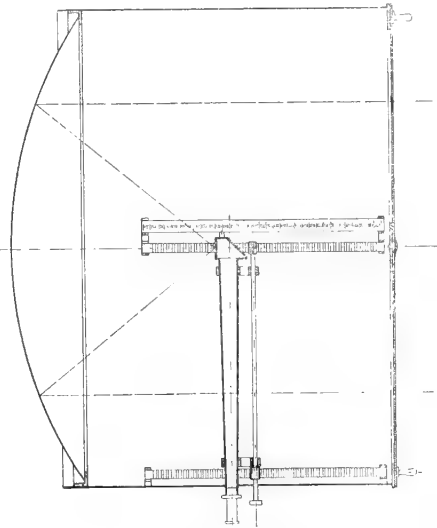
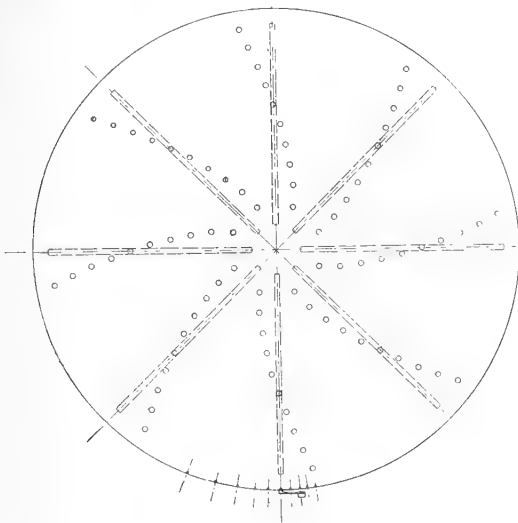


Fig. 1.

### Siemens-Schuckert-Spiegel

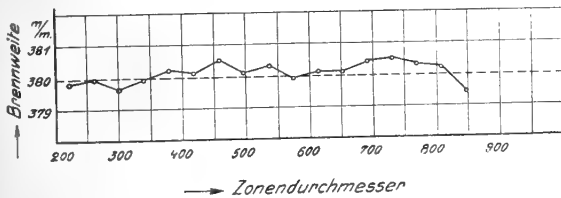


Fig. 2.

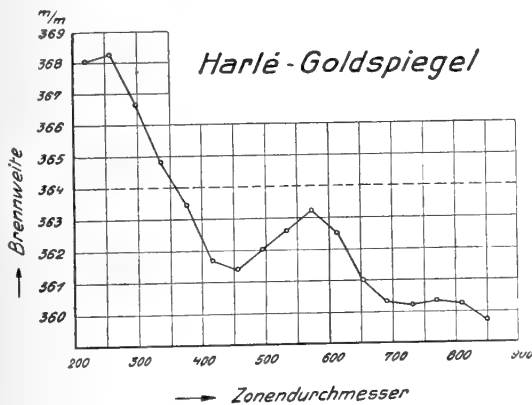


Fig. 3.

Achse des Spiegels in möglichst weiter Entfernung befindlichen Bogenlampe bestrahlt, so daß von ihr Strahlen in je acht Punkten einer Ringzone des Spiegels aufgefangen und in einem Brennpunkt auf der Achse der Spiegel vereinigt werden. Die Lage dieser Vereinigungspunkte wird für jede Ringzone mit Hilfe einer beweglichen Mattscheibe genau festgestellt und ihr Ab-

stand vom Spiegel auf einer Teilung abgemessen. Dies beruht darauf, daß man dem Metall keine ebenso gute Hochglanzpolitur verleihen kann wie dem Glase. Die Metallfläche weist stets feine Unregelmäßigkeiten auf, und diese Unregelmäßigkeiten sind für den Scheinwerfer stets nachteilig, weil sie die Zerstreuung des reflektierten Lichtes zur Folge haben. (O. Krell, Die Elektrizität an Bord von Schiffen, Elektrot. Ztschr. 36, S. 482, 1915.)

**Funkentelegraphische Empfangsversuche im Freiballon** (Phys. Ztschr. XIV, p. 288.) Die ersten Versuche von Ludewig, Mosler u. a., im Freiballon mit einfachen Mitteln radiotelegraphische Zeichen zu empfangen, haben schon lang gezeigt, daß der Empfang gut möglich ist; anscheinend sogar besser als bei einer Landstation. Das ist verständlich, da ja die Dämpfung einer festen Station für drahtlose Telegraphie zu einem nicht geringen Teil durch den Erdboden, in dem die Stromlinien verlaufen, bedingt ist. Bei den Versuchen wurde als unterer Antennenteil ein vom Korb herabhängender Draht von ca. 100 m Länge benutzt, als oberer eine Drahtanordnung, die in die Maschen des Ballonnetzes eingeflochten war. Die Gestalt dieses oberen Antennenteils ist verschieden. Ludewig legt rings um den Äquator des Ballons einen Draht und führt dessen Ende zum Ballonkorb; Meyenburg legt eine Drahtschleife oben über das Ventil des Ballons und führt die beiden Enden an den gegenüberliegenden Seiten des Ballons in den Korb; Mosler hängt eine ähnliche Drahtschleife an den Ballon, doch berührt der Draht das Ventil nicht.

Mit allen diesen Anordnungen sind gute Resultate erzielt worden. Elektrisch sind sie nur wenig voneinander verschieden, ballontechnisch ergeben sich größere Unterschiede. Die Moslersche Anordnung ist speziell unter dem Gesichtspunkt gewählt, das bei einem

Ventilzug austretende Gas nicht mit der Antenne in Berührung kommen zu lassen, da sonst bei einem Sprühen der Antenne eine Entzündung des Gases nicht ausgeschlossen erscheint. Die Ludewigsche Form ist in dieser Hinsicht am einwandfreiesten, falls man dafür sorgt, daß am Draht keine Spitze bleibt, sondern beide Enden in den Korb hinabgeführt werden.

Nach einem Vorschlag von Mosler bringt man die Antenne so an, daß sie während der Fahrt eingezogen werden kann. Bei plötzlich auftretender Gewitterneigung ist ein derartiges Drahtgebilde in der Nähe des leichtentzündlichen Gases besonders im Hinblick auf Gewitterkatastrophen eine nicht zu unterschätzende Gefahrenquelle.

In der vorliegenden Arbeit werden vom Verfasser einige quantitative Versuche mitgeteilt. Die Resultate der beiden in Betracht kommenden Fahrten sind noch nicht so ausgefallen, wie es der Verfasser gewünscht hat. Aber exakte Versuche sind in dem engen Raum des Freiballonkorbes mit den größten Schwierigkeiten verbunden.

Die erste Fahrt war dazu bestimmt, festzustellen, wie sich die Intensität des Empfangs der Entfernung zwischen Land-Gebestation und Ballon-Empfangsstation ändert. Der Ballon wurde, soweit es ballontechnisch möglich war, in konstanter Höhe über dem Erdboden gehalten. Die Fahrt fand in der Nacht vom 24. zum 25. September 1912 statt und ging von Halle bis zu einer Gesamtentfernung von 120 km, was einer Entfernung von 125 Wellenlängen entspricht. Die zweite Fahrt fand am 5. Januar 1913 statt. Es war bei ihr beabsichtigt, die Intensität auf der Empfangsstation in Abhängigkeit von der Höhe zu ermitteln, während die Entfernung von der Gebestation (Norddeich) ungefähr konstant blieb. Die Fahrt führte von Bitterfeld über Dessau in die Nähe von Güstrow in Mecklenburg. Die größte Höhe, in der gemessen wurde, war 6500 m.

Die Ballontenne bestand aus drei um den mittleren Teil des Ballons gelegten Drahtkreisen, von denen der eine am Äquator, der zweite und dritte in je 2 m Abstand nach oben und unten parallel dazu befestigt wurde. Diese drei Kreise wurden durch einen Draht verbunden, der in einer Länge von 15 m zum Ballonkorb führte. Zu diesem oberen wurde als unterer Antennenteil ein vom Korb herabhängender, 100 m langer Draht hinzugefügt.

Zur Messung der Intensität auf einer Empfangsstation ist in der Praxis allgemein die sogenannte Parallel ohmmethode eingeführt. Bekanntlich geschieht der Empfang meist mit Telephon, das von Stromstößen durchflossen wird, die der Detektor (Schlömilchzelle oder Kontaktdetektor) von Hochfrequenzstrom in Gleichstrom umgewandelt hat. Man muß demnach die Lautstärke der im Telephon gehörten Zeichen zahlenmäßig ausdrücken. Dies geschieht in der Weise, daß man parallel zum Telephon einen Widerstand schaltet und diesen so lange verkleinert, bis der Ton im Telephon verschwindet. Die Größe des Widerstandes ist dann ein Maß für die Stärke des Empfangs. Diese Methode ist allerdings zum Teil mit Fehlern bis zu 100 % behaftet. Um ihre Anwendung auf einen festeren Boden zu stellen, ging Lutze in der Weise vor, daß er die Empfangsanordnung so, wie sie im Ballon benutzt werden sollte, vorher im Laboratorium eichte. Er verwandte als Empfänger die Schlömilchzelle und eichte diese mit einer empfindlichen Baretteranordnung (eine Art Bolometer). Auf diese Weise gelang es, die nach der Parallel ohmmethode ermittelten Werte mit den Angaben des Ba-

retters, der die Hochfrequenzenergie zu messen gestattet, zu eichen.

Die erste Fahrt, die, wie erwähnt, zur Bestimmung der Abhängigkeit der Empfangsenergie von der Entfernung Sende-—Empfangsstation diente, war eine Fortsetzung von Versuchen, die mit Duddell, Taylor, Tissot und Austin früher gemacht waren. Die erwähnten Forscher hatten allerdings nicht einen Ballon als Empfangsstation ausgerüstet, sondern hatten mit einer Schiffstation gearbeitet und die Empfangsenergie gemessen, die sich ergab, wenn sich das Schiff von der Gebestation entfernte. Nimmt man an, daß die aufgenommene Energie der  $p$ ten Potenz der Entfernung von der Sendestation proportional ist, so mußte sich, falls ein quadratisches Gesetz vorliegt, der Faktor  $p = 2$  ergeben. Duddell und Taylor fanden ihn zu 2—2,6, Tissot und Austin zu 2. Aus den Lutzeschen vorliegenden Versuchen ergibt er sich zu 1,7—1,9. Man muß bei diesen letzten Versuchen berücksichtigen, daß bei den Ballonversuchen insofern eine neue Fehlerquelle hinzukommt, als es ballontechnisch unmöglich ist, den Ballon in derselben Höhe zu halten. Lutze glaubt aus seinen Messungen schließen zu dürfen, daß bei dieser Fahrt von zwei Messungen, die in annähernd gleicher Entfernung von der Sendestation gemacht wurden, diejenige einen höheren Intensitätswert ergibt, die in geringerer Höhenlage des Ballons gemacht wurde. Von anderer Seite ist allerdings eine derartige Abhängigkeit in früheren Veröffentlichungen bestritten. Da exakte Messungen, bei denen nicht wieder eine neue Fehlerquelle auftaucht, im Ballon sehr schwer sind, so wird eine einwandfreie Beantwortung dieser Frage große Schwierigkeiten bereiten.

Bei der zweiten, der Höhenfahrt, wurden die Zeichen der Station Norddeich zur Intensitätsmessung benutzt. Norddeich gibt von  $\frac{1}{2}$  11 Uhr bis 11 Uhr vormittags die Zeitungstelegramme an die in See befindlichen Schiffe und sendet um 1 Uhr mittags das Zeitsignal und im Anschluß daran die Wettertelegramme. Die Abfahrt des Ballons und die Schnelligkeit des Aufstiegs wurde so eingerichtet, daß die erstgenannte Signalgruppe um  $\frac{1}{2}$  11—11 in einer Höhe von 1300 bis 1500 m und die zweite in 6500 m empfangen wurde. Die Antenne war dieselbe wie bei der ersten Fahrt, ebenso die Empfangseinrichtung. Es wurde in 1300 Meter Höhe eine Lautstärke von 180 Ohm (Parallel ohmmethode), in 6500 m eine solche von 500 Ohm gemessen. Damit scheint, obgleich diese Messungen nach des Verfassers Meinung nur provisorischen Charakter haben und bei einer späteren Fahrt ergänzt werden sollen, die Tatsache wahrscheinlich, daß mit zunehmender Höhe die Empfangsintensität abnimmt. Dieses Resultat steht allerdings im Gegensatz zu Versuchen von Mosler, der gerade die umgekehrte Erscheinung nachgewiesen zu haben glaubt.

Auch bei dieser Fahrt sind Fehlerquellen vorhanden gewesen. Es ist nämlich möglich, daß die Schlömilchzelle (ein mit Schwefelsäure gefülltes Gefäß, in das zwei Platinelektroden — eine von großer und eine von extrem kleiner Oberfläche — eintauchen) bei der Temperatur von 36° C unter Null, die in 3600 m herrschte, und bei dem geringen Luftdruck in dieser Höhe ihre Empfindlichkeit ändert. Lutze glaubt diese Vermutung auf Grund von Laboratoriumsexperimenten verneinen zu können. Da jedoch diese mitgeteilten Versuche zeigen, daß eine — wenn auch in geringen Grenzen bleibende — Abhängigkeit vorhanden ist, so ist in der aufgeworfenen Frage noch nicht das letzte Wort gesprochen.

P. Lg.

## Akademieberichte.

### Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

18. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. *Struve* las über die *Bestimmung der Halbmesser von Saturn aus Verfinsterungen seiner Monde*. Auf Veranlassung der Berliner Sternwarte sind in den Jahren 1905—1908 von mehreren deutschen und amerikanischen Sternwarten, die mit lichtstarken Instrumenten ausgerüstet sind, Beobachtungen von Verfinsterungen der Saturnmonde angestellt worden. Die Bearbeitung dieser Beobachtungen hat zu einer genauen Bestimmung der Halbmesser des Planeten geführt, welche von denjenigen Fehlern, die den direkten Messungen anhaften, frei ist. Nebenbei lassen sich interessante Folgerungen über die Größen der Monde ziehen.

2. Hr. *Diels* überreichte eine Mitteilung: *Über Platons Nachtr.* An einem Modell wird die Rekonstruktion der *Platon* bei *Athenäus* IV 174 c zugeschriebenen Erfindung einer hydraulisch-pneumatischen Weckuhr anschaulich gemacht, die bei *Archimedes* und den Arabern Nachahmung gefunden hat.

3. Hr. *Einstein* machte eine Mitteilung: *Erklärung der Perihelbewegung des Merkur aus der allgemeinen Relativitätstheorie*. Es wird gezeigt, daß die allgemeine Relativitätstheorie die von *Leverrier* entdeckte Perihelbewegung des Merkur qualitativ und quantitativ erklärt. Dadurch wird die Hypothese vom Verschwinden des Skalars des Energietensors der „Materie“ bestätigt. Ferner wird gezeigt, daß die Untersuchung der Lichtstrahlenkrümmung durch das Gravitationsfeld ebenfalls eine Möglichkeit der Prüfung dieser wichtigen Hypothese bietet.

4. Hr. *Schwarzschild* überreichte eine Abhandlung: *Über den Einfluß von Wind und Luftdichte auf die Geschosßbahn*. (Erscheint später.)

5. Das korrespondierende Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Hr. *Wilhelm Wundt* in Leipzig hat am 10. November das sechzigjährige Doktorjubiläum gefeiert; die Akademie hat ihm bei diesem Anlaß eine Adresse gewidmet.

6. Vorgelegt wurde der erste Band des Kartellunternehmens der Herausgabe der Mittelalterlichen Bibliothekskataloge: der von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien herausgegebene Band 1 der Mittelalterlichen Bibliothekskataloge Österreichs, enthaltend Niederösterreich, bearbeitet von *Th. Gottlieb* (Wien 1915).

### Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften.

6. November. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitz: Herr *Bütschli*.

Es wurden nachfolgende Arbeiten vorgelegt:

1. *K. Ebeling*: *Über die Messung der Oberflächenspannung durch schwingende Tropfen und über die Oberflächenspannung von Lösungen*. Vorgelegt von Herrn *Lenard*. Es wird darin eine Korrektur zur genannten Methode angegeben, wodurch der früher (1910) bereits der Akademie vorgelegte handliche Apparat exakter benutzbar wird, und es werden Meßresultate an einer Reihe von Flüssigkeiten, besonders auch Zuckerlösungen, mitgeteilt.

2. *E. A. Wülfing* und *F. Hörner*: *Die kristallographischen Konstanten des Stauroliths vom St. Gotthard*. Das im weiteren Publikum zuweilen als „Basler

Taufstein“ bekannte Mineral, das seinen Namen übrigens nicht nach der Stadt Basel, sondern nach seinem ersten Beschreiber und seiner kreuzförmigen Zwillingsbildung erhielt, verdiente eine neue kristallographische Untersuchung. Eine solche ließ sich nur dann mit Erfolg durchführen, wenn ein sehr reichliches Material, wie die Verfasser es durch die Heidelberger Akademie der Wissenschaften erhielten, zur Verfügung stand. Zwar ist von einer ganzen Reihe von Mineralogen, zuerst schon 1801 von *Haüy* versucht worden, das kristallographische Achsenverhältnis festzustellen. Und der amerikanische Forscher *Dana* ist auch 1868 zufällig auf die wahren Werte gekommen, wie sie nuncmehr von den Verfassern durch sehr zahlreiche Messungen unzweideutig ermittelt wurden. *Dana* hat aber seine eigenen Bestimmungen so wenig wie andere Mineralogen als die richtigen erkannt, weshalb sie auch keine weitere Aufnahme in die Literatur gefunden haben, wo vielmehr nur fehlerhafte Werte verbreitet sind.

3. *L. Koenigsberger*: *Über die algebraischen Integrale der linearen homogenen Differentialgleichungen dritter Ordnung*. Mit Hilfe der in einer früheren Arbeit angestellten Untersuchung über die Form der algebraischen Integrale linearer Differentialgleichungen zweiter Ordnung wird hier gezeigt, in welcher Weise diese Untersuchungen auf Differentialgleichungen höherer Ordnung ausgedehnt werden können, wobei eine Reihe von Fragen, welche die Erweiterung der Abelschen Fundamentalsätze der Integralrechnung sowie die durch Wurzelzeichen darstellbaren Auflösungen algebraischer Gleichungen betreffen, zur Erörterung kommt.

4. *L. Koenigsberger*: *Über die algebraischen Integrale der erweiterten Riccatischen Differentialgleichung*. Mit Hilfe der für die Form der algebraischen Integrale der linearen Differentialgleichungen zweiter Ordnung gewonnenen Resultate wird die analoge Frage für eine nicht lineare Differentialgleichung erster Ordnung behandelt, und die Durchführung der angegebenen Methoden in speziellen Fällen näher ausgeführt.

### Sitzungsberichte der Königlich Bayrischen Akademie der Wissenschaften.

6. November. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr *M. Schmidt* berichtete über: *Senkungserscheinungen an der Frauenkirche in München und Lageänderung von Hauptdreieckspunkten in Südbayern*. Die zur Untersuchung von Bodenbewegungen im östlichen Alpenvorland durch die K. B. Erdmessungskommissionen in den letzten Jahren zur Ausführung gebrachten Feinnivellements sind in jüngster Zeit bis München fortgeführt und hier an eine Anzahl bereits vor etwa 45 Jahren nivellierte Haupthöhenpunkte angeschlossen worden, deren Höhenlage auf etwaige seit ihrer erstmaligen Festlegung eingetretene Änderungen zu prüfen war. Dabei ergaben sich in der Tat bei den am Gebäude der K. Staatsschuldenverwaltung am Lenbachplatz und am Nordturm der Frauenkirche angebrachten beiden Höhenmarken Senkungen im Betrag von 10,7 mm und 7,7 mm, die sich durch Nachgeben des Untergrundes dieser am Rande alter Stadtgräben errichteten Gebäude erklären und auch äußerlich sichtbare Risse im Mauerwerk zur Folge gehabt haben, die jedoch so unbedeutend sind, daß sie nur bei näherer Untersuchung bemerkbar sind und den Bestand dieser Bauwerke in keiner Weise gefährden. Da indessen die Spitze des Nordturms der Frauen-



kirche als Normalpunkt der bayer. Landesvermessung dient, ist ihre unveränderte Lage von größter Bedeutung. Es wurden daher sehr eingehende Beobachtungen und rechnerische Untersuchungen über eine mit der festgestellten Höhenänderung etwa verbundene Lageänderung der Turmachse ausgeführt, welche wichtige Ergebnisse über einseitige Senkungen der beiden Türme und der Langwände des Kirchenschiffes lieferten, die offenbar schon während der Erbauung der Kirche eingetreten sind und sich in späterer Zeit nicht mehr fortgesetzt haben. Nur die geringe Höhenänderung der am Nordturm angebrachten Höhenmarke ist erst in der Neuzeit eingetreten und hat eine nachweisbare Lageänderung der den Normalpunkt der bayer. Landesvermessung bildenden Turmspitze nicht zur Folge gehabt. Die rechnerisch festgestellte scheinbare Lageänderung einiger anderer Hauptdreieckspunkte in Südbayern findet ihre ebenso einfache als natürliche Erklärung in den Ungenauigkeiten der Lagebestimmung der erst mehrere Jahrzehnte nach Beendigung der Landesvermessung zur dauernden Festlegung dieser Punkte gesetzten Versicherungssteine. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

2. Herr A. Rothpletz legte für die Abhandlungen eine Arbeit von Professor E. Stromer von Reichenbach vor als Fortsetzung von dessen *Ergebnisse der Forschungsreisen in den Wüsten Ägyptens*. Ein vom Verfasser in der mittleren Kreideformation der Baharije-Oase in der libyschen Wüste entdeckter Fundort hat die Überreste eines großen Raubtieres aus der Gruppe der Dinosaurier geliefert, das nach Art und Gattung ganz neu ist und als Vertreter einer neuen Reptilienfamilie der Spinosauriden von dem Verfasser eingehend beschrieben wird unter dem Namen *Spinosaurus Aegyptiacus*. Der Unterkiefer mit auffallend

einfachen spitzigen Zähnen hatte eine Länge von 1,12 m; das auffälligste Merkmal aber sind die bis über 1,6 m hohen Dornfortsätze der bis 20 cm langen Rückenwirbel, die wahrscheinlich einen gewaltigen Hautkamm auf dem Rücken des Tieres stützten, wie das in ähnlicher Weise heute bei dem Kameruner *Chamelio cristatus* vorkommt.

3. Herr S. Günther legte eine Abhandlung von Prof. Dr. A. Endrös in Freising vor: *Die Gezeiten, Seiches und Strömungen bei Aristoteles und späteren Griechen*. Anknüpfend an alte, unsichere Angaben über die Ansichten des Stagiriten bezüglich der Meeresbewegungen untersucht der Verfasser sämtliche Stellen genau und weist nach, daß ersterer schon auffallend richtig über die stehenden Schwingungen in Meerengen geurteilt und sogar schon dafür ein treffendes Kunstwort geprägt hatte. Spätere Schriftsteller haben ihr Original vielfach nicht richtig verstanden.

(Erscheint in den Sitzungsberichten.)

4. Herr Alfred Pringsheim sprach: *Über die Weierstraßsche Produktarstellung ganzer transzendenter Funktionen und über bedingt konvergente unendliche Produkte*. Der Verfasser gibt einen elementaren, die bisherigen Beweise an Einfachheit wesentlich übertreffenden Beweis für den Weierstraßschen Satz über die Darstellung einer ganzen transzendenten Funktion mit unendlich vielen vorgeschriebenen Nullstellen durch ein beständig und unbedingt konvergierendes unendliches Produkt. Daran anknüpfend zeigt er, wie die Weierstraßsche Methode, ein an sich divergentes Produkt durch Zusatzfaktoren unbedingt konvergent zu machen, auch dazu dienen kann, ein Kriterium für bedingte Konvergenz unendlicher Produkte abzuleiten und die etwaige Wertveränderung, die durch Umordnung der Faktoren erzeugt wird, zu bestimmen.

## Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

**Biochemische Zeitschrift; Band 71, Heft 1—3, 1915.**

*Fortgesetzte Untersuchungen über Carboxylase und andere Hefenfermente; von Carl Neuberg. S. Chemische Mitteilungen, Heft 51.*

*Die Gärung der Dioxymaleinsäure; von Carl Neuberg und Erwin Schwenk.* Die Dioxymaleinsäure, die auch als eine  $\alpha$ -Ketosäure und zwar als Oxyoxallessigsäure aufgefaßt werden kann, wird durch verschiedene Hefesorten wie auch zellfrei bei 16°—18° vergoren, wobei Kohlendioxyd und Glykolaldehyd entstehen. Letzteres wird zum Teil zu Äthylenglykol reduziert. Anhangsweise wird eine ergiebige Vorschrift zur Darstellung der Dioxymaleinsäure gegeben.

*Phytochemische Reduktionen. X. Reduktion von Glykolaldehyd zu Äthylenglykol; von Carl Neuberg und Erwin Schwenk.* Durch lebende Hefe wird Glykolaldehyd zu Äthylenglykol reduziert. Diese Hydrierung ist ganz analog der entsprechenden Umwandlung von Acetaldehyd in Äthylalkohol. Die Ausbeute beträgt etwa 30 %.

*Phytochemische Reduktionen. XI. Die Umwandlung von Äthylidisulfid in Äthylmercaptan; von Carl Neuberg und Erwin Schwenk.* Äthylidisulfid wird durch gärende Hefe zu Äthylmercaptan reduziert. Die phytochemische Reduktion der Disulfidgruppe erfolgt merkwürdigerweise schwieriger als die Hydrierung von Nitroresten oder als die von Aldehyden und von Thioaldehyd.

*Das Verhalten der  $\alpha$ -Ketosäuren zu Mikroorganismen. III. Die Fäulnis der D, 1-Methyläthylbrenztraubensäure; von Carl Neuberg und Bruno Reuclad.* Die Fäulnis der Methyläthylbrenztraubensäure liefert neben Ameisensäure hauptsächlich Valeriansäure und wenig Capronsäure. Bei Verwendung von racemischem Ausgangsmaterial ist die Valeriansäure, die bei der

Fäulnis gebildet wird, die rechtsdrehende Form der Methyläthyllessigsäure.

*Veränderungen im Alkohol- und Aldehydgehalt von Hefen bei der Aufbewahrung und bei der Autolyse; von Carl Neuberg und Erwin Schwenk.* Neuberg und Kerb haben früher gefunden, daß frische Hefen einen bis dahin übersehenen Gehalt an Alkohol besitzen, während Aldehyd in ganz frischem Zustande fehlt. Sowohl beim Lagern unter Luftabschluß als auch bei Autolyse in mit Kohlensäure gesättigtem Wasser steigt in der Regel der Gehalt an Alkohol und Acetaldehyd an. Letzterer entsteht in diesen Fällen nicht durch einfache Luftoxydation, sondern durch Fermentprozesse, die auch in der nicht arbeitenden Hefe ablaufen.

*Zur Frage der Beziehung von Carboxylase zu Zymase; von Carl Neuberg.* Die von Klöckner aufgefundenen Hefenvarietäten (*Pseudosacharomyces germanicus*, *javanicus* und *indicus*), die keine Zymase enthalten, sind auch frei von Carboxylase. Hier handelt es sich ebenfalls um ein Parallelgelhen der beiden Gärungsfermente.

*Kofermenartige Wirkung von Salzen der  $\alpha$ -Ketosäuren; von Carl Neuberg und Erwin Schwenk.* Das sogenannte Koferment besitzt die Fähigkeit, gärungswirksamen Hefensaft wieder gärtüchtig zu machen. Das Koferment ist in beschränktem Maße kochbeständig, ist dialysierbar und wird durch Berührung mit Hefensäften allmählich zerstört. Die Wirkungen dieses Kofermentes kann man bis zu einem gewissen Grade nachahmen durch ein Gemisch der Kalium- bzw. Calciumsalze jener  $\alpha$ -Ketosäuren, die den Aminosäuren des Eiweißes entsprechen. Für die Wirkung des Koenzymsatzes ist die Wirkung von Phosphationen erforderlich. In manchen wesentlichen, aber nicht in allen Punkten, stimmen künstliches und natürliches Koenzym überein.

*Studien über Methylglyoxalbildung. II;* von Carl Neuberg und Bruno Rewald. Zur Umwandlung des einfachen Zuckers in Methylglyoxal bedarf es, wie vor einiger Zeit Neuberg und Örtel gezeigt haben, nicht des starken Alkalies. Die Überführung gelingt auch mit Soda, Bicarbonat und Phosphat; Ammoniak ist gleichfalls sehr wirksam. Bei Gegenwart von Ammoniak und Phenylhydrazin gelingt die Isolierung von Osazon des Methylglyoxals aus den Kohlenhydraten der verschiedensten Reihen, so aus Arabinose, Xylose, Rhamnose, Glukose, Fruktose, Galaktose, Glukosamin, Maltose, Milchzucker und Dioxyaceton.

*Über Farbenreaktionen der Triosen und des Methylglyoxals;* von Carl Neuberg. Glycerinaldehyd kann von Dioxyaceton dadurch unterschieden werden, daß nur letzteres eine positive Phloroglucinreaktion aufweist. Beide Zucker der 3-Kohlenstoffreihe geben eine positive Orcinprobe. Das Dioxyaceton reagiert typisch mit Resorcin. Methylglyoxal verhält sich negativ zu dem Orcin- und Phloroglucinreagens. Es liefert aber zum Unterschiede von den Triosen mit Nitroprussidnatrium und Alkali eine charakteristische Rotfärbung, die durch Essigsäure in Violettblau umschlägt. Durch die angegebene Reaktion können die drei wichtigen Substanzen der 3-Kohlenstoffreihe unterschieden werden.

*Einfache Umlagerungen in der Reihe der Glykole und ihrer stickstoffhaltigen Abkömmlinge. II;* von Carl Neubert und Bruno Rewald. In Fortführung der Untersuchungen in der Reihe des Äthylenglykols ist es nunmehr auch möglich gewesen, bei niedriger Temperatur die eigentümliche Anhydrierung und Sauerstoffverschiebung in der Reihe des Trimethylen- und Propylenglykols zu bewirken. Die beiden Substanzen gehen durch Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd in Propionaldehyd und Aceton über; ebenso verhalten sich die entsprechenden Diamine unter dem Einfluß von salpetriger Säure.

*Zur Methodik der Bestimmung von Milchsäure neben Brenztraubensäure;* von Ludwig Czapski. Die Bestimmung als Zinksalz kann zu einer Verwechslung von Milchsäure und Brenztraubensäure führen. Die Trennung beider Säuren gelingt durch die Behandlung mit Äther in Gegenwart eines größeren Überschusses von Bisulfit, der dann die Brenztraubensäure zurückhält.

*Über die Oxydation von Aminen;* von K. Suto. Über das Schicksal der sogenannten *proteinogenen Amine*, die durch Abspaltung von Kohlensäure aus den Aminosäuren hervorgehen, im Organismus ist wenig bekannt. Das als Analogon physiologischer Oxydationen geltende Gemisch von Hydroperoxyd und Eisensalz führt die Amine in Aldehyde über. Aus Äthylamin, Amylamin, Aminoäthylalkohol und Benzylamin wurden Acetaldehyd, Valeraldehyd, Glykolaldehyd (bzw. Gyoxal) sowie Benzaldehyd erhalten.

*Phytochemische Reduktionen. XII. Die Umwandlung von Citronellal in Citronellol;* von Paul Mayer und Carl Neuberg. Die phytochemische Reduktion, die bisher in aliphatischer wie aromatischer Reihe mit Erfolg ausgeführt ist, gelingt auch bei den *olefinischen Terpenaldehyden*. Gärende Hefe führt Citronellal sehr glatt in Citronellol über. Diese Umwandlung ist von einer auffallenden Änderung des Geruches begleitet, indem sich das Zitronenparfüm des Citronellals in den Rosenduft des Citronellols verwandelt. Es ist wahrscheinlich, daß derartige phytochemische Reduktionen bei der Entwicklung des *Buquets* der alkoholischen Getränke eine Rolle spielen.

*Die Umwandlung aliphatischer und aromatischer Sulfosäuren in Aldehyde bzw. in Phenole;* von Joh. A. Mandel und Carl Neuberg. Das Wasserstoffsuperoxyd wirkt in Gegenwart von Eisensalz nicht nur oxydie-

rend, sondern auch als hydrolytisch spaltendes Reagens. Aliphatische und aromatische Sulfosäuren verlieren bei der Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd und Eisen sehr leicht Schwefelsäure und gehen dabei in Aldehyde bzw. Phenole über. So entstehen aus Äthansulfosäure Acetaldehyd, aus Taurin Glykolaldehyd, aus Benzolsulfosäure Phenol nebst Brenzkatechin, Hydrochinon und Resorcin.

*Darstellung einer scymnolschwefelsäureartigen Substanz. Cholesterinschwefelsäure;* von A. Joh. Mandel und Carl Neuberg. Im Jahre 1887 hat Hammarsten in der Haifischgalle eine Substanz aufgefunden, welche eine gepaarte Schwefelsäure war und zugleich die Reaktion des Cholesterins gab. Künstlich kann man zu solchen Verbindungen durch Sulfurylierung des Cholesterins gelangen. Die dabei entstehende Cholesterinschwefelsäure ist in Form ihrer Salze recht beständig. Die Alkaliverbindungen treten in einer kristallisierten wie gelatinierenden Form auf. Die Cholesterinschwefelsäure verhält sich hinsichtlich der Farbenreaktion ähnlich der Scymnolschwefelsäure.

*Über ein einfaches Verfahren zur Erkennung und Bestimmung von Metalloiden in organischen Verbindungen;* von Joh. A. Mandel und Carl Neuberg. Durch Verwendung höher konzentrierter Wasserstoffsuperoxydes (15 %) in Gegenwart von Ferri- oder Ferroxiden kann die katalytische Verbrennung der organischen Substanz so beschleunigt werden, daß dieses Verfahren eine einfache Methode zum Nachweise und auch zur Bestimmung der in organischer Bindung vorhandenen Metalloide abgibt. Zur qualitativen Reaktion genügt es, Milligramme der Verbindung in Wasser oder Eisessig zu lösen bzw. zu suspendieren und Spuren Eisensalz und Wasserstoffsuperoxyd hinzuzusetzen. Beim Kochen wird vorhandener Phosphor in Phosphorsäure, Arsen in Arsensäure, Schwefel und Selen in Schwefel- und Selenensäure übergeführt. Zum Nachweise der Halogene fügt man etwas Silbernitrat hinzu, das rasch den Ausfall von Halogensilber bewirkt. Die Methode, die außerordentlich schnell ausführbar ist, gestattet in bestimmten Fällen auch quantitative Bestimmungen.

*Über einen einfachen Nachweis von kleinen Mengen Glycerin sowie von Alkoholen und Säuren der Kohlenhydratreihe;* von Joh. A. Mandel und Carl Neuberg. Eine brauchbare Methode zum Nachweis kleiner Mengen Glycerin läßt sich auf folgendes Verfahren gründen: 2 ccm einer 1 % oder 1/100 Glycerinlösung werden mit 3 Tropfen n-Natriumhypochloritlösung eine Minute gekocht und dann nochmals mit der gleichen Menge n-NaOCl behandelt. Durch Erwärmen mit etwas Salzsäure wird freies Chlor ausgetrieben. Der positive Ausfall der Orcinreaktion mit dieser Lösung zeigt die Gegenwart von Glycerin an, das durch Hypochlorit zu einem Gemisch von orcinpositivem Dioxyaceton-Glycerinaldehyd oxydiert wird. — Auch Spuren von Säuren der 6-Kohlenstoffreihe lassen sich auf dieselbe Weise erkennen, indem diese oder ihre Salze durch Hypochloritbehandlung in Pentosen übergehen.

*Zur Biochemie der Strahlenwirkungen. IV. Photochemische Bildung von Indigo aus Indican;* von Carl Neuberg und Erwin Schwenk. Der antike Purpur, der nach der Entdeckung von Friedländer Dibromindigo gewesen ist, entsteht durch Belichtung aus einer farblosen Vorstufe, die sich in der Purpurschnecke vorfindet. Das in reinem Zustande recht beständige farblose Indican geht nun in Gegenwart von Spuren Eisen-, Uran-, Mangan- oder Cersalzen im Lichte mit großer Leichtigkeit in Indigo über, während es im Dunkeln von den genannten Metallsalzen nicht verändert wird. Als positive Lichtkatalysatoren wirken auch bestimmte Derivate des Anthracens. Überall handelt es sich hier um eine photochemische Entwicklung des Indigos aus einer farblosen Vorstufe.

Über das Wesen der natürlichen Bernsteinsäurebildung. I. Die Bernsteinsäuregärung der  $\alpha$ -Ketoglutarinsäure; von C. Neuberg und M. Ringer. Eine neue Substanz, die der zuckerfreien Gärung fähig ist, wurde in der  $\alpha$ -Ketoglutarinsäure aufgefunden. Die  $\alpha$ -Ketoglutarinsäure gärt sowohl mit frischer Hefe wie mit Hefenmazerationssaft. Dieser erzeugt Bernsteinsäure in fast quantitativer Ausbeute, sodaß diese Umwandlung der  $\alpha$ -Ketoglutarinsäure wohl den am glattesten verlaufenden Fall einer zuckerfreien Gärung darstellt. Letztere führt hier nicht wie sonst zu einem Aldehyd oder sekundär zu einem Alkohol, sondern zu einer Säure.

Über das Wesen der natürlichen Bernsteinsäurebildung. II. Die Entstehung von Bernsteinsäure bei der Fäulnis von  $\alpha$ -Ketoglutarinsäure; von C. Neuberg und M. Ringer. Außer bei der Gärung hat man Bernsteinsäure in der Natur bei der Fäulnis aufgefunden. Die  $\alpha$ -Ketoglutarinsäure liefert nicht nur bei der Gärung, sondern auch bei der Einwirkung von Fäulniserregern (neben flüchtigen Fettsäuren) Bernsteinsäure. Man darf annehmen, daß bei der Fäulnis die  $\alpha$ -Ketoglutarinsäure das Zwischenprodukt für die Umwandlung der Glutaminsäure zu Bernsteinsäure darstellt.

Über die Vorgänge der natürlichen Milchsäurebildung. Zugleich eine Entgegnung an Herrn M. Oppenheimer; von Carl Neuberg und Joh. Kerb. Methylglyoxal wird durch ein besonderes Ferment zu Milchsäure hydratisiert. Dieses Enzym — Ketoaldehydmutase nach Neuberg — (Glyoxalase nach Dakin und Dudley) hat manche Ähnlichkeit mit der Aldehydmutase, welche die Cannizzarose Reaktion katalysiert. Die von Dakin angenommene Verschiedenheit beider Fermente, welche sich in einer ungleichen Empfindlichkeit gegen Pankreatin äußern soll, besteht nicht, wenn man die Umwandlung des Methylglyoxals in Milchsäure ins Auge faßt; Dakin hat nur Phenylglyoxal bearbeitet, ein Umstand, der die Verschiedenheit der Befunde erklären kann. Der Name „Glyoxalase“ ist nicht genau, da ein lösliches Ferment, das auf Glyoxal einwirkt nach Art des Methylglyoxal umwandelnden Fermentes, bisher nicht aufgefunden werden konnte. Ferner zeigen die Autoren, daß die Ausführungen von M. Oppenheimer über das Wesen der Milchsäurebildung aus Methylglyoxal verfehlt sind.

#### Flora; Band 108, Heft 1—3, 1915.

Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Jugend- und Folgeformen xerophiler Pflanzen; von W. Vischer.

Untersuchungen über Welken, Vertrocknen und Widerstraffwerden; von Hans Holle †. Bei weitgehendem Wasserverlust treten in Pflanzenzellen allgemeine Kohäsionsspannungen auf, die die Zellwände deformieren. In austrocknenden derben Haaren, in Markgewebe usw. reißt sich die Wand bei einem gewissen Grad der Deformation vom flüssigen Zellinhalt unter Gasblasenbildung los. Die negativen Spannungen, die vor der Gasbildung auftreten, betragen 10—250 Atmosphären. Auch in Gefäße welker Blätter dringt keine Luft von außen ein, wenn das Füllwasser der Gefäße unter einer Zugspannung von mehreren Atmosphären steht. Dünnwandige Parenchymzellen werden beim Austrocknen ganz zusammengedrückt, wobei höchstens kleine gasgefüllte Räume erscheinen. Wo das Plasma durch das Austrocknen nicht getötet wird, wie in den Blättern vieler Moose, ist es im trockenen Zustand für Salzlösungen leicht durchlässig, gewinnt aber mit dem Quellen die Semipermeabilität rasch wieder.

Beiträge zur Kenntnis der Utricularien und Genlisea; von E. M. Merl. Die Arbeit enthält anatomische und morphologische Untersuchungen australischer und brasilianischer Arten der Gattung Utricularia, afrikanischer und brasilianischer Arten der Gattung Genlisea. Ferner Blüten- und Samenentwicklung von Genlisea und neue Einzelheiten der Samenentwicklung von Utricularia. Schließlich werden einige experimentell-morphologische Versuche an tropischen Utricularien (speziell Regenerationsversuche) geschildert.

Die Acrosticheen und ihre Stellung im System der Farne; von E. Schumann. Die Frage, ob die als Acrosticheen zusammengefaßten Farne eine einheitliche Gruppe bilden, wird verneint. Bei diesen Polypodiaceen bedecken bekanntlich die Sporangien die gesamte Blattunterseite, und es fragt sich, ob dieser Zustand primitiv oder abgeleitet ist. Daß das letzte der Fall ist, wird durch Jugendstadien und natürliche sowie experimentell hervorgerufene Zwischenformen zu beweisen versucht, bei denen die Sporangien dem Verlauf der Adern folgen. Da sich bei verschiedenen Polypodiaceen die Tendenz der Sporangien zeigt, sich übers Parenchym auszubreiten, ist es wahrscheinlich, daß diese Erscheinung im Lauf der Entwicklung öfter auftrat und die bisherigen „Acrosticheen“ aufzulösen und als Endglieder bestimmter Entwicklungsreihen an verschiedene Stellen des Systems zu stellen sind.

Über äußere und innere Brutbecherbildung an den Antheridienständen von *Marchantia geminata*; von Dopsch-Uhlár. Die Antheridien der javanischen *M. geminata* können in den vegetativen Zustand übergehen, indem die Strahlen thallusartig weiterwachsen und an Stelle der Antheridien Brutkörper erzeugen. Diese entstehen entweder in normalen Brutbechern am Vegetationsscheitel, in alten Antheridienhöhlen oder auch in Atemhöhlen.

Farnsgattung *Platyserium*; von H. v. Straszewski.

Morphologische und biologische Bemerkungen; von K. von Goebel. 23. Eine brasilianische Ephebeace (wassertrockenwohnende Flechte). Die Pilzhyphen dringen mit Kaustereien in die Algenzellen ein und zerstören sie teilweise. 24. Die Abhängigkeit der Dorsiventralität vom Lichte bei einer knollenbildenden *Selaginella* wird nachgewiesen. 25. *Anedrida elegans*, Untersuchung der Sprengkapsel. 26. Bei *Selaginella anocandia* wird Apogamie festgestellt. Mikrosporangien treten nur selten auf. 27. Schleuderfrüchte bei Urbinifloren: bei *Pilea* und *Elatostenia* schleudern die Staminadien die Früchte fort, bei *Dorstenia* tun dies Teile des Perikarps. 29. Über die Infloreszenzen von *Acanthospermum* (eigentümliche Umbildung der Blütendeckblätter zu Hüllen der Frucht). 29. Die morphologische Bedeutung der Batatenknollen (diese sind Wurzelknollen). 30. *Begonia valida*; eine strauchige neue Art wird beschrieben.

#### Zeitschrift für Botanik; Band 7, Heft 9, 1915.

Lichtkeimungsfragen; von E. Lehmann. Durch Ottenwälders Versuche wurde gezeigt, daß noch sehr geringe Lichtintensitäten ( $\frac{1}{400}$  HK.) die Keimung der Samen von *Epilobium hirsutum* ermöglichen. Die Intensität des zur Keimung nötigen Lichtes steht in enger Wechselbeziehung mit der Temperatur. Mit steigender Lichtintensität wächst die Keimungsgeschwindigkeit. — Stark beeinflusst wird die Keimung vieler „lichtempfindlicher“ Samen durch schwache Säuren. Alle untersuchten Samen konnten, sofern sie durch erhöhte Temperatur zur Keimung veranlaßt werden konnten, auch durch schwache Säuren im Dunkeln zum Keimen gebracht werden. Die angewandten Säuren wirkten entsprechend ihren H-Ionen. Die erhaltenen Resultate sprechen nicht für eine Reizwirkung des Lichtes, sondern für eine katalytische Wirkung desselben.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 51.

17. Dezember 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die praktische Fischereibiologie als Helferin der theoretischen Biologie. Von *Prof. Dr. Paulus Schiemenz, Berlin-Friedrichshagen*. S. 681.

Der Gleichdruckölmotor, sein Anwendungsgebiet und seine Wirtschaftlichkeit. Von *Dipl.-Ing. B. Klaften, Dresden*. S. 684.

Chemische Mitteilungen. S. 690—692.

Fortgesetzte Untersuchungen über Carboxylase

und andere Hefenfermente. Schwefel in Eiweißkörpern. Quecksilber als Katalysator. Löslichkeit der Kristallflächen. Der Nachweis von Arsen in den Haaren. Die Korksäure. Natürliche Kohlenhydrate aromatischer Säuren. Neue Forschungen auf dem Gebiete der natürlichen Schwefelverbindungen. Der Säuregrad des Weines ist identisch mit seinem Gehalt an Wasserstoffionen.

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

Soeben erschienen:

## Chemiker-Kalender 1916

Herausgegeben von

**Dr. Rudolf Biedermann**

XXXVII. Jahrgang

**In zwei Bänden**

In Leinwand gebunden Preis zusammen M. 4.40

In Leder gebunden Preis zusammen M. 5.40

(Bestellkarte liegt diesem Hefte bei)

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

## Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

# Moornutzung und Torfverwertung

## mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation

Von Professor **Dr. Paul Hoering**, Berlin

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

### Inhaltsverzeichnis:

#### Erster Teil.

#### Allgemeiner Teil.

- I. Torf.
- II. Moore.
- III. Moorstatistik.
- IV. Moorkultur.
  - a) Die Moorkultur und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung.
  - b) Die Kultivierung der Moore.
  - c) Die zukünftige Gestaltung der Moorverwertung.

#### Zweiter Teil.

#### Chemischer Teil.

##### A. Chemie des Torfes.

- I. Die allgemeinen und physikalischen Eigenschaften des Torfes.
- II. Chemische Untersuchung des Torfes.
- III. Die Humussäuren und ihre Eigenschaften.
- B. Chemie der Destillationsprodukte.
  1. Teil. Gewinnung der Destillationsprodukte.
    - I. Laboratoriumsversuche.
    - II. Technische Versuche im großen.
  2. Teil. Untersuchung der Destillationsprodukte.
- k. Der Torfkoks.

#### II. Der Torfteer.

- a) Technische Vorversuche.
- b) Untersuchung des Torfteers im wissenschaftlichen Laboratorium.
- c) Ergebnisse.
- d) Anhang.

#### III. Torfgas und Torfschmelzwasser.

#### Dritter Teil.

#### Technischer Teil.

##### A. Einführung.

#### B. Gewinnung und Verwertung des Torfes.

- I. Entwässerung und Formverbesserung.
    - a) Entwässerung unter Beibehaltung des kolloiden Zustandes.
    - b) Entwässerung nach Zerstörung des kolloiden Zustandes.
    - c) Torfbrikettierung.
  - II. Der Torf als Brennstoff.
    - a) Feuerungstechnisches im allgemeinen.
    - b) Torffeuerungsanlagen.
  - III. Verkohlung.
    - a) Entwicklung der Torfverkohlung.
    - b) Wirtschaftlichkeit der Torfverkohlung.
  - IV. Torfvergasung.
  - V. Zentralisierung der Torfverwertung im Moore.
- Schlussbetrachtungen.

Soeben erschien:

# Papierprüfung

## Eine Anleitung zum Untersuchen von Papier

Von

Professor **Wilhelm Herzberg**

Vorsteher der Abteilung für papier- und textiltechnische Untersuchungen  
am Königlichen Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde

Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage

Mit 98 Textfiguren und 23 Tafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 14.—

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**



# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

17. Dezember 1915.

Heft 51.

## Die praktische Fischereibiologie als Helferin der theoretischen Biologie.

Von Prof. Dr. Paulus Schiemenz.  
Berlin-Friedrichshagen.

(Vortrag gehalten in der  
Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin.)

Man sollte meinen, daß alle die einzelnen Zweige der Naturwissenschaft in dem praktischen Leben unserer Kulturvölker eine mehr oder minder große Rolle spielen müßten, baut sich doch das Leben des Menschen in seiner gesellschaftlichen Form durchaus auf auf einer möglichst eingehenden Ausnutzung der Natur und ihrer Kräfte. So sehen wir denn auch, daß die Physik und die Chemie in der Technik eine außerordentlich starke Nutzanwendung finden. Die Mineralogie und die Geologie werden kräftig herangezogen, um die Schätze des Bodens kennen zu lernen und in die Hand des Menschen zu bringen. Schon weniger kommt die Botanik in Betracht, wenngleich man doch immerhin noch genügenden Gebrauch von ihr macht im Interesse unserer Landwirtschaft, sei es bei der Ackerwirtschaft oder beim Wiesenbau. Ganz traurig aber sieht es mit der praktischen Verwendung der Zoologie aus. Sie findet eigentlich nur Anwendung bei der Bekämpfung der schädlichen Insekten und ganz wenig bei der Unterstützung der nützlichen Insekten, der Bienenzucht. Von dem Seidenbau will ich lieber nicht reden. Früher haben wir einmal eine Seidenzucht gehabt, aber sie ist verfallen aus sozialpolitischen und klimatischen Gründen, und es mutet mich ganz sonderbar an, wenn man sie heutzutage wieder ausgräbt, um Beschäftigung für unsere Kriegsbeschädigten zu finden. Aber es werden heute in laienhafter Weise ja auf allen Gebieten die unglaublichsten Vorschläge gemacht! Diese geringe praktische Heranziehung der Zoologie müßte uns eigentlich befremden, da ja doch auch die Tierwelt, also das Gebiet der Zoologie, in unserer Landwirtschaft und bei der Ernährung unserer Völker eine große Rolle spielt. Das ist zweifelsohne richtig gedacht, aber leider werden die größeren nutzbaren Tiere, die Haustiere, von der Tiermedizin behandelt, die sich zu einer besonderen, von der Zoologie ganz unabhängigen Disziplin entwickelt hat. Das ist für uns Zoologen höchst bedauerlich, aber geschichtlich begründet. Die Zoologie wurde eben in früheren Jahren von Medizinern gepflegt und die älteren Semester unter uns werden sich wohl noch dessen erinnern, daß früher die Professoren der Zoologie eben alle Mediziner waren, die ja zum Teil auch

die Botanik, Mineralogie und Geologie vertraten. Die Zoologie hat sich als selbständige Wissenschaft eben zu spät abgezweigt, als die Welt, sozusagen, schon verteilt war.

Erst in der neueren Zeit hat sich ein Wirtschaftsgebiet aufgetan, in welchem die Zoologie eine stärkere Verwendung finden könnte, das ist die Fischerei.

Die Fischerei hat sich auch sehr spät entwickelt und auch heute noch muß man sagen, daß sie hinter allen anderen landwirtschaftlichen Betrieben, zu denen sie zweifellos zu rechnen ist, noch sehr zurückgeblieben ist und weit zurücksteht. Freilich haben wir heutzutage schon recht viel mustergültig betriebene Teichwirtschaften und Fischereien, aber unendlich groß ist noch die Zahl derer, welche von allen den fischereilichen Errungenschaften der Neuzeit unberührt geblieben sind. Es liegt das daran, daß man einerseits den hohen Wert der Fischerei zu spät erkannt hat, und daß andererseits die Fischer wegen ihrer mehr oder minder abgeschlossenen Lebensweise schwer zugänglich für Neuerungen sind. Allmählich bricht sich aber doch auch unter den Fischern die Ansicht Bahn, daß auch sie etwas für ihre Gewässer und Fische tun müssen, und wir wollen hoffen, daß diese kommende Einsicht entsprechende Früchte zeitigen wird.

Da die Fische Tiere sind, gehören sie in das Gebiet der Zoologie und es ist also von seiten der Zoologen vielfach versucht worden, bei der Fischerei festen Fuß zu fassen. Man hat dies vor allen Dingen dadurch zu erreichen gesucht, daß man ausführte, welche Vorteile der praktischen Fischerei durch zoologische Studien der Süßwasserorganismen erwachsen könnten und würden, und so ist es besonders das Plankton gewesen, mit dem man die Fischer zu begeistern versucht hat. Das Plankton ist nun in der Tat außerordentlich geeignet, auf Laien und somit auch auf die Fischer einen Eindruck zu machen, denn die so überaus reiche Menge von Formen, welche teils durch ihre Schönheit das Auge und Gemüt ergötzen, teils durch ihre schnurrigen Formen Verwunderung und Vergnügen erregen, muß unfehlbar auf ein empfängliches Gemüt eine Wirkung ausüben, und ich kann es verstehen, wie die Beschäftigung mit dem Plankton schon von diesem Gesichtspunkte aus direkt zu einer einseitigen Leidenschaft werden kann. Abgesehen aber von dieser mehr das Gemüt betreffenden Seite hat das Studium des Planktons einen außerordentlich hohen wissenschaftlichen Wert, vorausgesetzt, daß sein Studium in der richtigen Weise betrieben wird. Dies scheint mir

freilich nun nicht immer der Fall zu sein, und hierüber möchte ich eben einige Worte sagen.

Ich habe die Empfindung, als ob man die Planktonstudien im Süßwasser zu einseitig und zu wenig methodisch betreibt, und daß man sich auf diese Weise in Theorien verrennt, die ganz unhaltbar sind. Als Beispiele erwähne ich z. B. die Einteilung in Dinobryon-Seen und Nicht-Dinobryon-Seen, die Behauptung, daß die Nahrung der Fische wesentlich im Plankton bestehe, daß das Plankton geeignet ist, als sicherer Index für die Fruchtbarkeit eines Gewässers zu dienen usw. Zu solchen falschen und gänzlich unhaltbaren Theorien kann man nur kommen, wenn man ganz einseitig bald hier, bald dort Plankton fischt, sich aber sonst um die übrigen Verhältnisse in den Gewässern nicht kümmert. Es mag sein, daß es anders sein würde, wenn die Planktonstudien nicht nur so nebenbei getrieben würden, sondern von Personen ausgeführt würden, welche sich ex officio damit beschäftigen, aber das Plankton hat eben etwas so stark Anziehendes, daß es nach meiner Meinung den Keim der Einseitigkeit in sich birgt.

Da steht der Fischereibiologe nun etwas anders da. Er muß und wird Planktonstudien treiben, aber er ist gezwungen, durch seinen auf praktische Dinge gerichteten Beruf auch auf die übrige Tier- und Pflanzenwelt am Ufer, auf den Schaaren und auf dem Boden zu achten. Er lernt so außerordentlich viel Gewässer kennen, untersucht dasselbe Gewässer in Zwischenräumen immer wieder und kommt so durch Vergleichung derselben natürlich auf ganz andere Gedanken als ein einseitiger Planktonfischer. Ich will das an einigen Beispielen ausführen.

Es ist bekannt, daß *Hensen* ein Planktonnetz konstruiert hat, welches so eingerichtet ist, daß es alles in es einströmende Wasser auch wirklich filtrieren soll, daß es also quantitativ arbeitet. Nun, im Meere mag dies recht gut zutreffen, aber gänzlich verfehlt ist eine Übertragung dieser Vorstellung auf das Süßwasser. Ich habe mich wenigstens gleich in den ersten Jahren meiner Tätigkeit davon überzeugt, daß ein und dasselbe quantitative Planktonnetz in jedem See anders fischt, und auch in demselben See in den einzelnen Jahreszeiten anders fischt, daß also quantitativ vergleichbare Proben mit dem Planktonnetz im Süßwasser gar nicht erhalten werden können. Es gibt Seen, in denen das quantitative Planktonnetz bei gewissen Winden gleich in der ersten Minute vollkommen verstopft ist und dann fast gar nicht mehr filtriert. Zieht man also das Netz weiter, so zieht man es als einen soliden Körper durch das Wasser, ohne jeden Erfolg. Besonders kommt dies vor in flachen Seen mit einem stark entwickelten Cladoceren-Plankton. Die Schalenreste der abgestorbenen Cladoceren sinken auf den Boden und bilden dort an der Oberfläche eine mehr oder minder dicke Schicht

von Chitinblättern. Wird nun der flache See vom Winde aufgerührt und das Wasser mit diesen Chitinblättchen durchsetzt, so legen sich diese durch den Wasserdruck an der Innenseite des Planktonnetzes an und mit dessen Filtrationsfähigkeit ist es vorbei.

Weiter überzeugt man sich sehr bald, daß das Planktonnetz, wenigstens wenn es feinmaschig ist, viel zu schwach filtriert, als daß es z. B. die mit kräftigen Schwimmbeinen begabte *Leptodora* fangen kann. Diese weicht dem Drucke des ankommenden Netzes einfach aus. Man wird also bei den Arbeiten mit dem Planktonnetz häufig feststellen, daß die *Leptodora* nicht vorkommt, obgleich sie in großen Mengen vorhanden ist. Allmählich hat man das auch wohl eingesehen, und man entnimmt jetzt die quantitativen Planktonproben vermittels der Pumpe. Das tun wir Fischereibiologen schon seit vielen Jahren. Aber wenn man denkt, daß die Pumpe nun tadellos in dem gedachten Sinne arbeitet, so treibt man auch wieder graue Theorie, denn auch der Pumpe weiß sich die *Leptodora* zu entziehen. Wenn ich daher feststellen will, ob die *Leptodora* in einem See vorkommt, so fische ich das Plankton nicht mit dem Planktonnetz und nicht mit der Pumpe, sondern mit meiner weitmaschigen Grundredge, die mir in dieser Beziehung die erwünschten Resultate liefert. Fischt man in dieser Weise Plankton, so sieht man, daß die *Leptodora* sozusagen in *allen* Seen vorkommt, wenn auch nicht in jedem Jahre, ihre Verbreitung also eine allgemeine ist.

Was nun das Plankton als Fischnahrung anlangt, so ist es mir gleich im ersten Jahre meiner Tätigkeit als Fischereibiologe vollkommen unverständlich geworden, wie man demselben im Süßwasser eine so große Rolle zuschreiben konnte und zum Teile immer noch tut, denn diese falsche Theorie ist so fest eingewurzelt, daß sie schwer auszurotten ist. Ein Fischereibiologe, welcher natürlich auch Fische untersucht, muß in den ersten 8 Tagen von dieser Theorie kuriert sein, denn wenn er den Magen der Fische aufschneidet, so findet er darin meist andere Organismen als diejenigen des Planktons.

Um nun die Rolle des Planktons zu retten, hat man so kalkuliert: wenn auch das Plankton als solches direkt wirklich nicht einseitig als Fischnahrung dient, so kann man es trotzdem als Index für die Fruchtbarkeit unserer Gewässer ansehen, denn indirekt müßte es doch auf alle Fälle den Fischen in irgendeiner Weise zugute kommen. Theoretisch ist das sicher ganz richtig gedacht, in der Praxis ist es aber leider ganz verkehrt. Der Fischereibiologe, welcher sich nicht nur das Plankton, sondern auch den Boden und das Ufer und zum Schlusse die Fische ansieht, wird in den meisten Fällen feststellen können, daß die planktonreichsten Seen einen unverhältnismäßig geringen Fischertrag bringen.

Es spielen bei der Umsetzung des Planktons

in irgendwelche indirekte Fischnahrung nicht nur die Menge des Planktons eine Rolle, sondern auch andere Dinge, wie Ausdehnung und Tiefe des Gewässers, die Strömungsverhältnisse usw. So kann es eben kommen, daß ein Gewässer sehr reich an Plankton sein kann und doch vom fischereilichen Standpunkte aus minderwertig ist. Der beste Beweis für den verhältnismäßig geringen Wert des Planktons in dieser Beziehung ist der Unterschied zwischen Flüssen und Seen. Die Seen sind ja der eigentliche Tummelplatz des Planktons, während die Flüsse verhältnismäßig arm daran sind, und doch reichen die Seen den Flüssen nicht das Wasser in bezug auf die fischereiliche Fruchtbarkeit.

Solche falschen theoretischen Vorstellungen sind eben nur möglich, wenn man einseitige Planktonstudien betreibt, wozu immer die Gefahr vorliegt. Der Fischereibiologe kann in dieser Beziehung nicht einseitig arbeiten und wird daher von solchen falschen Vorstellungen verschont bleiben und kann seine theoretischen Kollegen aufklären, und das erscheint mir sehr notwendig.

Aber auch in den allgemeinen *faunistischen* Studien kann der Fischereibiologe der Wissenschaft große Dienste leisten. Er durchsucht die Gewässer, vermöge seiner Aufgabe, viel genauer als der landesübliche Faunistiker, und so will ich nur nebenbei feststellen, daß z. B. die Schnecken *Amphipeplea glutinosa* und *Lithoglyphus naticoides*, der Blutegel *Cystobranchus respirans* eine viel ausgedehntere Verbreitung haben, als mir nach den faunistischen Angaben bekannt scheint.

Wenn fischereibiologisch ein Gewässer untersucht wird, so wird das freie Wasser mit Planktonnetz und Dredge, der Boden mit der Dredge, das Ufer mit dem Pfahlkratzer untersucht, und zwar nicht nur an einer Stelle, sondern an den biologisch wichtigen Stellen. Welche Stellen biologisch wichtig sind, das muß man sich durch Erfahrung aneignen. Es kommen dabei die Tiefe, die Strömungsverhältnisse, die Windrichtung und der Pflanzenwuchs in Betracht. Auf die Windverhältnisse wird man besonders früh aufmerksam gemacht. Der Wind erzeugt Brandung und die Brandungsstelle unterscheidet sich meist ganz wesentlich von einer ruhigen Stelle. Letztere ist in vielen Punkten ärmer, wenngleich es auch wieder wichtige Nährtiere für die Fische gibt, die einer starken Wasserbewegung aus dem Wege gehen, z. B. die Aloniden. Wenn man also diese Verhältnisse nicht berücksichtigt, so läuft man Gefahr, große Fehler zu machen und wird oft von Tieren, welche in großer Menge vorhanden sind, nichts finden.

Jedoch ist natürlich auch die Probeentnahme durch einen Fischereibiologen nicht fehlerlos. Auch seine Proben sind mehr oder minder dem Zufall unterworfen. Freilich nicht so in dem Maße, als die Proben des theoretischen Planktonforschers und Faunistikers, der von Gewässer zu

Gewässer geht, ausgerüstet mit möglichst kleinen und zierlichen Geräten, die leicht unterzubringen und nicht schwer zu tragen sind. Man muß sich immer vorhalten, daß eine Probe, je kleiner sie ist, auch um so fehlerhafter ist und umgekehrt. Bei größeren Tieren hat ein kleines Gerät immer mehr Aussicht, zwischen 2 Tieren durchzuwischen, besonders wenn diese seltener sind und zerstreut liegen, als dies bei einem großen Geräte der Fall ist. Deshalb verzichten wir Fischereibiologen auf zierliche und leichte Geräte, sondern arbeiten, sozusagen, mit schwerem Geschütz, wie unsere Dredge und der Pfahlkratzer sind. Aber hiermit begnügen wir uns auch noch nicht, sondern wir fragen auch noch die Fische, was für Tiere in ihrem Gewässer vorkommen, indem wir ihnen den Magen aufschneiden. Die Fische sind erheblich bessere Biologen als wir und finden die einzelnen Tierarten in dem Gewässer mit einer tödlichen Sicherheit, falls sie überhaupt vorhanden sind.

Wenn ich zum Beispiel wissen will, ob die *Valvata priscinalis* in einem See vorkommt, so brauche ich nur ein paar größere Plötzen aufzuschneiden. Der Kaulbarsch gibt mir eine absolute Gewißheit, ob auf dem Boden des Gewässers Chironomus-Larven liegen. Der Ücklei hat das Plankton (im Spätsommer) im Magen, freilich nicht alles, denn z. B. die Ceratien (*Hirundinella*) frißt er nicht, ein Beweis, wie sogar unter diesen kleinen Organismen von den Fischen eine Auswahl getroffen wird, und daß die Theorie von dem mechanischen Abseihen des Wassers behufs Nahrungsaufnahme grundfalsch ist. Das Vorkommen des Gammarus zeigt die Forelle bzw. der Barsch an. Asseln finden wir ebenfalls im Barsch. Und so geht es weiter.

In faunistischer Beziehung kann also die Fischereibiologie ganz erhebliches Material liefern und Kollege Wundsch hat ja früher einmal über die Auffindung des *Corophium* in unseren Binnengewässern berichtet, deren Auftreten und Verbreitung durch unsere fischereiliche Bearbeitung der Gewässer festgestellt worden ist. Gerade bezüglich dieses Tieres kann ich mit der größten Bestimmtheit versichern, daß es in unserem See und Umgegend, in der Oder, Weichsel usw. vor mehreren Jahren nicht vorhanden war, also erst in der jüngsten Zeit eingewandert sein muß, und zwar, wie seine Verbreitung lehrt, von der Oder aus. Das sind Beobachtungen, die wir nur ganz nebenbei machen, die also keine besonderen Untersuchungskosten beanspruchen.

Was nun die *Biologie*, d. h. die Lebensweise der Wasserorganismen anlangt, so setzt uns auch hier unsere vergleichende, vielseitigere Beobachtung in den Stand, manche Irrtümer der theoretischen Biologie zu verbessern. So z. B. haben wir lange festgestellt, daß das Plankton in unseren Gewässern kein konstantes ist. Es wechselt dasselbe nach den Jahren sowohl in der Menge, als in der Zusammensetzung. Schon aus diesem

Grunde also eignet es sich nicht zur Bonitierung. So habe ich gerade in letzter Zeit einen See untersucht, der als armes Gewässer immer besonders reich an Plankton und speziell an der *Leptodora* war. In diesem Jahre fehlt sie. So wechselt auch unsere Wasserblüte. In manchen Jahren, z. B. in diesem, tritt sie in geradezu unheimlicher Menge auf, in anderen Jahren ist sie viel geringer vertreten oder fehlt auch vollkommen. Und selbst in den Jahren, in denen sie scheinbar gleichmäßig vorkommt, ist ihre Zusammensetzung verschieden. Im wesentlichen setzt sie sich zusammen aus *Aphanizomenon flos aquae*, verschiedenen Arten von *Anabaena* und *Polycystis*. Nun haben wir meist das *Aphanizomenon* als Hauptbestandteil und doch habe ich Jahre erlebt, wo diese Art fast vollkommen fehlte und dabei *Polycystis*, das sonst in den Hintergrund tritt, die Hauptmasse bildete. Was für die Wasserblüte gilt, gilt auch für die anderen Organismen des Planktons. Ungeheure Schwankungen kommen da vor.

Aber nicht nur die Arten und ihr Vorkommen schwanken, sondern auch ihre äußere Erscheinung. Ein und dieselbe Art ist in dem einen Jahre groß, in dem anderen Jahre klein. Manche Jahre kommen gewisse Mißbildungen, Verkrümmungen, andere Durchmesserverhältnisse vor, worauf der Theoretiker gleich eine neue Art, mindestens aber eine neue Varietät gründet, die natürlich nachher niemand wiederfindet, weil sie eben nur pathologisch war.

Das, was in dieser Beziehung vom Plankton gilt, zeigt sich auch in der Uferfauna, Uferflora, Bodenfauna. Hier freilich sind die Schwankungen nicht so stark, was wohl damit zusammenhängt, daß die meisten Ufertiere und Uferpflanzen langlebiger sind, als die Organismen des Planktons. Aber auch sie verschwinden bisweilen vorübergehend oder auch gänzlich, sind aber an ihren Resten noch nachweisbar. Auch sie ändern ihre Dimensionen und Formen und bilden lokale Abänderungen, je nach den Verhältnissen, so daß sie einem Speciesmacher viel Vergnügen bereiten würden. Ja es scheint fast so, als ob bei den Unterwasserpflanzen an manchen Stellen ein gewisser Turnus vorhanden ist, nach dem sich gewisse Arten ablösen. Man gewinnt auch hier den Eindruck, daß alles im Flusse ist.

Durch derartige zu vielen Zeiten und an vielen Orten angestellte Beobachtungen wird ein Fischereibiologe abgehalten, einseitigen theoretischen Anschauungen zu verfallen und ich möchte daher nicht immer betont wissen, daß man der theoretischen Biologie möglichst auf die Beine helfen solle, weil dadurch auch die praktische Fischereibiologie Vorteile haben werde, sondern ich möchte einmal den Spieß umdrehen und sagen: Wenn die theoretische Biologie davor bewahrt bleiben will, irrigen Vorstellungen zu verfallen, so tut sie gut, sich mit der Fischereibiologie in Verbindung zu setzen, welche durch

ihr viel reichhaltigeres und vielseitigeres Beobachtungsmaterial in der Lage ist, einen tieferen Einblick in die Biologie der Gewässer zu gewähren, und ich würde es deshalb gern sehen, wenn die theoretischen Biologen zeitweise in den fischereilichen Instituten arbeiten wollten. Damit wäre beiden Teilen gedient, der theoretischen Biologie durch bessere Einsicht in die wirklichen Verhältnisse im Wasser und der Fischereibiologie durch Aufarbeitung und wissenschaftliche Verwertung des gesammelten Materials. Ja es würde sich meiner Ansicht nach direkt empfehlen, an den Fischereiinstituten rein wissenschaftliche Mitarbeiter anzustellen. Ich würde diese Lösung der Errichtung einer besonderen biologischen Anstalt vorziehen. Die Resultate würden richtiger werden und man würde die Weiterbildung der Wasserbiologie mit unendlich geringeren Mitteln erreichen, als durch Schaffung eines besonderen theoretischen Institutes, zu dem der Staat wohl so leicht doch nicht die Mittel zur Verfügung stellen wird.

### Der Gleichdruckölmotor, sein Anwendungsgebiet und seine Wirtschaftlichkeit.

Von Diplomingenieur B. Klaften, Dresden.

Die beiden Hauptforderungen, deren Erfüllung von dem Konstrukteur moderner Kraftmaschinen verlangt wird, sind möglichst vollkommene Betriebssicherheit und größte Wirtschaftlichkeit der gesamten Anlage. Die *Betriebssicherheit*, d. h. die Gewißheit der ungestörten Kraftlieferung in der gewünschten Höhe, ist wieder von mehreren Einzelbedingungen abhängig, in erster Linie natürlich von der Güte der Konstruktion und der fabrikmäßigen Herstellung, sodann von den Eigenschaften des verwendeten Triebstoffes und des besonderen inneren Arbeitsverfahrens der Maschine. Ein wesentlicher Faktor der Betriebssicherheit ist schließlich auch die möglichst weitgehende Unabhängigkeit von menschlicher Wartung und von komplizierten Hilfsmaschinen und Hilfsapparaten. Die *Wirtschaftlichkeit* einer Kraftmaschine bedingt relativ geringen Anschaffungspreis, die Anwendung eines billigen, leicht zu beschaffenden Triebstoffes und kleinen Verbrauch desselben im Vergleich zur Arbeitsleistung. Natürlich begreift sie auch die Ersparnis an Arbeitslohn bei geringerer Wartung in sich. Die verschiedenfachen Anwendungsgebiete der Kraftmaschinen in der Großindustrie, wie im Kleingewerbe und im täglichen Leben, lassen nun diese einzelnen Forderungen verschieden stark hervortreten, und eine Maschinenart wird sich infolgedessen um so besser für ein Spezialgebiet eignen, je vollkommener sie dessen Anforderungen gerecht wird.

Untersuchen wir nun kurz, wie sich die *Verbrennungskraftmaschine* überhaupt, und dann speziell der Gleichdruckölmotor (Dieselmotor) hin-

sichtlich der angeführten allgemeinen Konstruktionsbedingungen verhält, um uns auf Grund dieser Betrachtung dann ein Bild darüber machen zu können, in welchen Fällen sich die Verwendung gerade der Dieselmachine empfiehlt. Das auffallendste Merkmal der ganzen Maschinengattung ist zunächst das Fehlen einer abgetrennten Einrichtung zur Erzeugung des Triebstoffes, also die Unabhängigkeit von einer besonders umfangreichen Hilfsanlage; man braucht kein *Kesselhaus* wie bei Dampfkraftmaschinen, das Anheizen der Kessel viele Stunden vor dem Anlassen der Maschine kommt in Wegfall. Ein Motorboot, ein Dieselschiff ist jederzeit klar zur Ausfahrt aus dem Hafen und braucht bei dauernder Bereitschaft, z. B. während des Krieges, nicht ständig ohne Fahrt „unter Dampf“ zu liegen, wodurch schon an sich eine große Ersparnis an Betriebsstoff und Wartung eintritt. Begründet liegt dieser wesentliche Vorzug in dem charakteristischen Verfahren der Verbrennung von gasförmigem oder flüssigem Triebstoff im Arbeitszylinder selbst mit unmittelbar anschließender Leistungsabgabe an den Arbeitskolben durch die Expansion der hochgespannten Verbrennungsprodukte, wie wir später noch kurz erläutern werden. Ein weiteres, in die Augen springendes Charakteristikum des Verbrennungsmotors gegenüber dem Dampfmotor ist der Wegfall der *Kondensatoranlage*. Bei ihm sind ja Triebstoff und Brennstoff identisch, die expandierten und ausgenutzten Verbrennungsprodukte, die Auspuffgase, deren Hauptbestandteile Wasserdampf und Kohlendioxyd sind, treten durch die Auspuffleitung ohne weiteres ins Freie. Bei den gasförmigen und flüssigen Brennstoffen erübrigt sich also das Fortschaffen von Rückständen, wie der Asche bei Kohlenfeuerung. Daß hier — im Gegensatz zur Kondensation und Wiederverwendung des Abdampfes beim Dampfmotor — eine Regeneration des Triebstoffes unmöglich ist, daß ferner die Ausnutzung der in den Rückständen noch enthaltenen Abwärme bisher praktisch noch keine weitere Verbreitung gefunden hat, fällt nicht so sehr ins Gewicht; auch die Kesselfeuerung hat ja den immerhin beträchtlichen Schornsteinverlust infolge unvollendeter Wärmeabgabe der Heizgase.

Aus den erwähnten Vereinfachungen ergeben sich von selbst zwei weitere, erhebliche Vorzüge unserer Maschinenart, nämlich die starke *Verminderung* in der Zahl der *Bedienungsmannschaft*, die sich für ein Maschinenaggregat auf das Minimum von einem einzigen Maschinisten beschränken kann, ferner die große *Ersparnis an Raumbedarf* der Gesamtanlage. Mit dem Kesselhaus entfällt der Schornstein, mit dem Kondensatorkessel entfallen die Luft- und Wasserpumpen und der Kühlturm; die langen Zuleitungen mit ihren Wärmeverlusten sind hier im allgemeinen nicht vorhanden. Auch das ausgedehnte Kohlenlager und die bei größerem Verbrauch unentbehrliche automatische Beschickungsanlage der Kessel

fehlt und ist bei Flüssigkeitsmotoren durch einen verhältnismäßig kleinen Brennstoffbehälter ersetzt.

Die hervorragende Eignung der Verbrennungskraftmaschinen für den Antrieb von Luft-, Land- und Wasserfahrzeugen erhellt jetzt ohne weiteres aus den geschilderten ökonomischen Bauverhältnissen und dem relativ kleinen Gewichte der ganzen, so überaus einfachen Anlage. Bei Lenkluftschiffen und Flugzeugen finden sie denn auch ausschließliche Verwendung, im Landverkehr haben sie für den Antrieb von Last- und Personenautomobilen die weitgehendste Verbreitung, und das Motorboot ist hinreichend bekannt. Aber auch in ortsfester Anordnung gewinnen sie stetig an Bedeutung, und ihre Anwendung in den größten Kraftzentralen bis hinab zum kleingewerblichen Betriebe steigert sich fortgesetzt. Der Verwendungsbereich des Verbrennungsmotors liegt also, wie wir sehen, innerhalb sehr weiter Grenzen.

Wir wollen uns jetzt dem *Gleichdruckölmotor* im besonderen zuwenden und näher erörtern, welche Eigenheiten ihn wiederum aus der großen Zahl der Systeme von Verbrennungsmotoren hervorheben, welches spezielle Anwendungsgebiet ihm vorbehalten ist und unter welchen Bedingungen und in welchem Grade er wirtschaftlicher arbeitet als jene. Zunächst einige Worte über die Bezeichnungsweise der neuen Maschine, über die noch keine vollkommene Einigkeit herrscht. Es erscheint mir zweckmäßig, in der wissenschaftlichen Technik beim Systematisieren einen Gegenstand im allgemeinen nicht nach seinem Erfinder oder der ausführenden Firma zu benennen, sondern ihn durch diejenigen charakteristischen Merkmale zu kennzeichnen, die ihn aus der Reihe seiner Verwandten heraustreten lassen. Wenn wir also für das Objekt unserer Betrachtung den Namen „Gleichdruckölmotor“ statt „Dieselmotor“ wählen, so wollen wir damit das Verdienst des Erfinders nicht herabsetzen, sondern unserer Maschine nur einen Namen geben, der sowohl das unterscheidende Arbeitsverfahren als den Triebstoff enthält; wir unterteilen somit gleichzeitig nach zwei verschiedenen Gesichtspunkten.

Über das Arbeitsverfahren und die thermischen Vorgänge im Zylinder der Gleichdruckmaschine ist — allerdings mehr im Hinblick auf den geschichtlichen Werdegang — in dieser Zeitschrift bereits früher berichtet worden<sup>1)</sup>. Wir wollen den grundlegenden Unterschied des Prozesses von der gewöhnlichen Art der Verbrennung, wie sie vom Automobilmotor her weiteren Kreisen bekannt sein dürfte, kurz so darstellen, wie er sich heute fest herausgebildet hat.

Man kann den zur Verbrennung des Triebstoffes nötigen Sauerstoff, den wir der Verbrennungsluft entnehmen, entweder gleichzeitig mit dem Brennstoff in Form des zündfähigen Gas-Luft-Gemisches in den Arbeitszylinder einführen,

<sup>1)</sup> Die Naturwissenschaften, 2. Jahrgang, Heft 8 Arnold, Der Dieselmotor.



das Gemisch verdichten, dann mit fremder Wärmequelle zünden und die erhitzten und hochgespannten Verbrennungsprodukte arbeitsleistend expandieren lassen: dann haben wir das sogenannte „*Verpuffungsverfahren*“. Oder man führt zunächst nur reine Luft ein, verdichtet sie und preßt dann erst den Brennstoff in die durch die Verdichtungswärme erhitzte Luftmasse unter gleichbleibendem Verdichtungsdrucke ein: dies ist das *Gleichdruckverfahren*. Der mechanische Vorteil der ersten Verbrennungsart liegt darin, daß man hier das fertige Gemisch allein durch den Arbeitskolben ohne weitere Hilfsapparate — wenn man von dem Vergaser bei Flüssigkeiten abseht — durch Saugunterdruck in den Arbeitszylinder zieht, während man beim Gleichdruckmotor mittels einer besonderen Hochdruckpumpe den Brennstoff erst ansaugen und ihm dann einen Überdruck sogar über den hohen Verdichtungsdruck der Luft erteilen muß, um ihn durch ein besonders gesteuertes, feines Nadelventil während einer bestimmten „Füllungsperiode“ zerstäuben und einspritzen zu können. Ein Nachteil der Verpuffungsmotoren liegt wieder in der Abhängigkeit von der sogenannten *Fremdzündung* im Gegensatz zur *Selbstzündung* des Gleichdruckmotors, und dies ist gleichzeitig einer der wesentlichsten Unterschiede. Die infolge Versagens der Zündung bei Flug- und Fahrzeugen entstehenden Verzögerungen und Gefahren sind ja unruhlichst bekannt. Ebenso unerwünscht ist aber das Einsetzen der Zündung in einem falschen Punkte des Hubes, die *Frühzündung* oder die *Spätzündung*.

Da man hier nämlich erst bei Hubende, im Totpunkt, dann aber möglichst schnell und vollständig, das Zündgemisch verbrennen und dadurch auf seinen höchsten Arbeitsdruck bringen will, so muß man darauf bedacht sein, die Verdichtung vorher nicht so weit zu treiben, daß inzwischen Selbstzündung eintritt; denn das würde bei der Zwangsläufigkeit der Maschine eine zwecklose weitere Verdichtung der entstehenden Verbrennungsprodukte, also einen starken Arbeitsverlust, herbeiführen. In der Frühzündung liegt ferner, wenn sie beim Anlassen auftritt, eine nicht zu unterschätzende Gefahr, indem dabei der Motor „zurückschlagen“ und bei Ankurbeln von Hand infolge des plötzlichen Wechsels der Drehrichtung Verletzungen herbeiführen kann. Zur Verhütung derartiger Unfälle dienen bekanntlich bei Automobilen die „Sicherheitskurbeln“. Spätzündung, die einen Verlust an Verdichtungshöhe herbeiführt und den Arbeitshub verkürzt, gibt ebenfalls eine sofort ersichtliche Leistungsniedrigung. Die lästige Abhängigkeit von dem empfindlichen, leicht versagenden oder falsch einsetzenden Zündmechanismus, die man hieraus deutlich erkennt, gefährdet natürlich die Betriebssicherheit.

Beim Ansaugen und Verdichten *reiner Luft* hingegen kann man gefahrlos beliebig hohe Drucke und Temperaturen erzeugen; das eröffnet die

Möglichkeit zur Verwendung auch *schwer entzündlicher* — daher gefahrloser —, billiger Öle, ferner die selbsttätige, *sofortige Verdampfung* der Treibflüssigkeit während der Einspritzung, und schließlich vor allen Dingen deren *Selbstzündung* in der hohen Verdichtungswärme der Verbrennungsluft, in der gleichzeitig eine Gewähr für den unzweifelhaften Eintritt der Zündung liegt; ist doch die Höhe der Verdichtungsendtemperatur etwa 850° C., während die Verbrennungstemperatur sogar bis gegen 1500° C. ansteigt!

Diese drei Eigenschaften, billiges Öl, selbsttätige Vergasung und Selbstzündung, die aus der Anwendung der hohen Drucke folgen, sind die markanten Merkmale des Gleichdruckölmotors.

Diagrammatisch betrachtet stellt sich der Unterschied der beiden Arbeitsarten folgendermaßen dar. Beim *Verpuffungsverfahren* (Fig. 1) saugt der Arbeitskolben mit Unterdruck (die punktierte Linie deutet den äußeren Luftdruck an) das fertige Gemisch während eines ganzen Hubes (1—2) an und verdichtet es beim Rückhub (2—3) auf mäßige Druckhöhe. Im Punkt 3 tritt die Fremdzündung ein, meist durch elektrischen Funken, das Gemisch verbrennt bei *steigendem* Druck (3 bis 4) und *gleichbleibendem* Volumen, nämlich dem des Verdichtungsraumes, worauf die Verbrennungsprodukte (4—5) expandieren und am entgegengesetzten Hubende wieder bei konstantem Volumen (5—6), jetzt dem des ganzen Zylinders, durch Öffnung des Auspuffventils entspannt werden. Der Arbeitskolben schiebt sodann (6—7) die Abgase aus. Unser geschlossenes Arbeitsdiagramm wird also in diesem Falle von zwei Linien konstanten Volumens (*Isopleren*, 3—4, 5—6), einer Kompressions- (2—3) und einer Expansionskurve (4—5) gebildet. Zwei Linien gleichen Druckes (*Isobaren*, 1—2, 6—7) begrenzen ferner die auf die Füllung und Entleerung des Zylinders verwendete Arbeitsfläche.

Das Typische des *Gleichdruckverfahrens* (Fig. 2) ist nun die Verbrennung bei *gleichbleibendem* Druck und *wachsendem* Volumen (3—4). Hub 1—2 saugt reine Luft, Hub 2—3 verdichtet sie auf große Druckhöhe (bis über 30 at!), bei Punkt 3 erst tritt der Brennstoff ein. Die Einspritzungs- und Verbrennungsperiode (Füllung) endet während des Hubes bei 4, worauf Expansion (4—5), Entspannung (5—6) und Ausschub (6—7) der Abgase erfolgen. Das Arbeitsdiagramm wird also hier, neben der Expansions- und Kompressionskurve, von einer *Isobare* (3—4) und einer *Isoplere* (5—6) umgrenzt.

Aus unserer Diskussion und diagrammatischen Betrachtung des *Gleichdruckverfahrens* folgt bereits eine Abgrenzung im Anwendungsgebiete unseres Motors. Die große Höhe der angewendeten Drucke bedingt naturgemäß große Wandstärken des Zylinders sowie überhaupt eine sehr stabile und wuchtige Konstruktion. Die Kolbenwände, der Durchmesser und die Lager der Kurbelwelle, wie überhaupt die Abmessungen der be-

anspruchten Teile müssen vergrößert, die Sicherheitsgrade aller Festigkeitsrechnungen müssen erhöht werden. Es tritt also, etwa gegenüber einem Automotormotor von gleicher Leistung, eine beträchtliche *Gewichtszunahme* ein. Für Luftfahrzeuge ist seine Verwendung daher vorderhand gänzlich ausgeschlossen, ebenso wird man bei den kleineren Land- und Wasserfahrzeugen von seiner Verwendung aus dem angegebenen Grunde absehen. Dazu treten aber noch zwei weitere Mo-

kleine Dimensionen haben, dafür aber absolut zuverlässig arbeiten müssen; versagt nur einer dieser empfindlichen Apparate, so bleibt unser Motor unweigerlich stehen.

Wir haben bereits gesehen, daß zur Einführung des Treiböls zunächst eine eigene *Brennstoffpumpe* nötig wird, die kleine Mengen gegen hohen Druck (bis 100 at!) durch enge Kanäle fördern muß. Zur schnellen Einspritzung und Zerstäubung des Öls dient Druckluft, die gleichfalls in

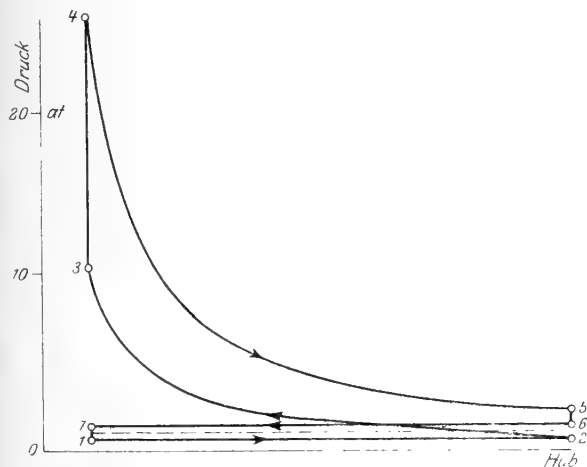
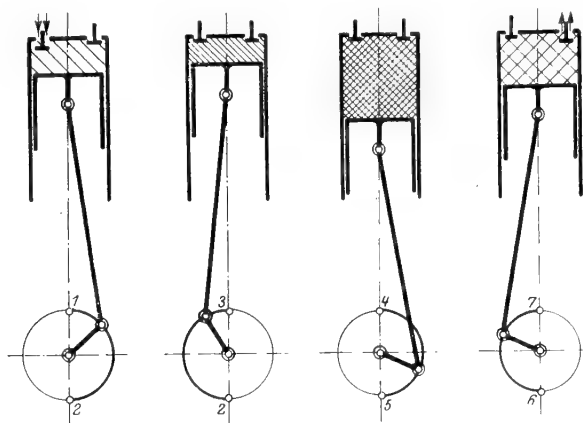


Fig. 1. Verpuffungsverfahren.



Zu Fig. 1. 1—2 angesaugtes, 2—3 verdichtetes Gasluftgemisch, 4—5 expandierende, 6—7 ausströmende Verbrennungsprodukte.

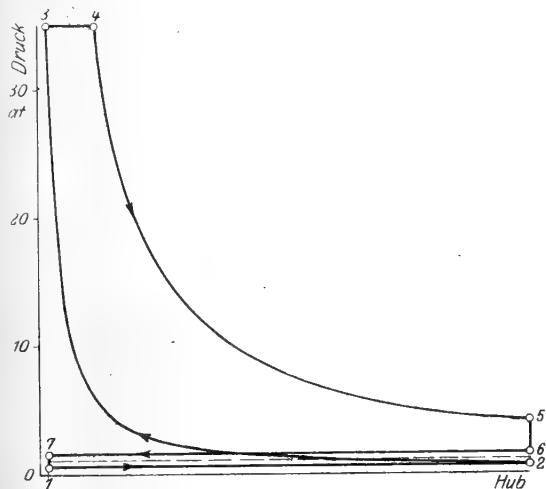
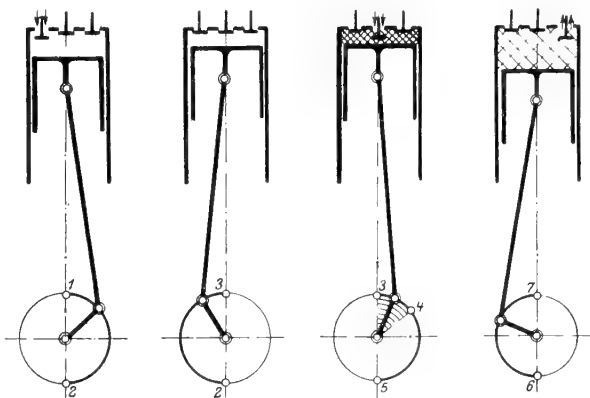


Fig. 2. Gleichdruckverfahren.



Zu Fig. 2. 1—2 angesaugte, 2—3 verdichtete reine Luft, 3—4 Einspritzung und Verbrennung des Öls, 4—5 expandierende, 6—7 ausströmende Verbrennungsprodukte.

mente, die den Bau und Betrieb von Dieselmotoren mit kleineren Leistungen an sich schon unrentabler erscheinen lassen. Kleine Maschinen sind Störungen im allgemeinen leichter ausgesetzt als größere, sie sind empfindlicher gegen Überlastung, und auch schon die Anwendung der hohen Drucke würde ihre Betriebssicherheit vermindern. Ebenso tritt der wirtschaftliche Vorteil des relativ kleinen Treibölverbrauchs erst bei größeren Leistungen recht hervor. Das zweite Moment liegt in der Notwendigkeit der Heranziehung von mindestens *zwei Hilfsmaschinen*, die

kleinen Mengen und gleichfalls mit sehr hohem Druck (bis 70 at!) wieder von einem besonderen *Kompressor* erzeugt wird. Diese Hilfsmaschine verzehrt allein etwa 10—15 % der Nutzleistung bei größeren Leistungen, bei kleinen entsprechend mehr, und gäbe schon an sich genügend Anlaß, kleinere Typen, etwa von 20 PS abwärts, zu vermeiden<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Die Versuche der Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG.), Berlin, mit kleinen Dieselmotortypen von 10—40 kW haben noch keine marktfähige Maschine ergeben.

Um eine Vorstellung von der winzigen Ölmenge zu gewinnen, die für den Arbeitshub eines Ölmotors mittlerer Leistung und normaler Umdrehungszahl von der Pumpe zu liefern ist, wollen wir folgende kleine Rechnung aufstellen. Nehmen wir einen Zweizylinderdieselmotor mit einer *effektiven Leistung* von

200 Pferdestärken und 200 Umdrehungen in der Minute

als Unterlage. Ein Zylinder leistet dann 100 Pferde. Nehmen wir ferner den Verbrauch an Brennstoff, der in unserem Falle *galizisches Gasöl* sei, in der üblichen Höhe von

180 g für die Pferdekraft und Stunde an. Gemäß dem beschriebenen Arbeitsvorgange ist nur jeder vierte Hub ein Arbeitshub, zwei Hübe entfallen auf eine Umdrehung, also

100 Arbeitshübe auf die Minute, und

$60 \cdot 100 = 6000$  Arbeitshübe auf die Stunde.

Die hundert Pferdekraft eines Zylinders verbrauchen nun stündlich

$$100 \cdot 180 = 18\,000 \text{ g Öl,}$$

zu einem Arbeitshub werden also

$$\frac{18\,000}{6\,000} = 3 \text{ g}$$

benötigt. Bei einem spezifischen Gewichte des Treibmittels von 0,87 bedeutet dies eine Ölmenge von

$$\frac{3,00}{0,87} = 3,45 \text{ cm}^3.$$

Geben wir z. B. dem Pumpenkolben einen Durchmesser von 1,3 cm, was einer *Kolbenfläche* von  $1,33 \text{ cm}^2$  entsprechen würde, so käme als *Förderstrecke* erst eine Länge von

$$\frac{3,45}{1,33} = 2,6 \text{ cm}$$

in Betracht. Durchmesser und Hub der Hauptmaschine dagegen werden etwa 40 bzw. 60 cm betragen! Bei ihrem kleinen Fördervolumen und ihren spielzeugartigen Abmessungen ist daher begreiflicherweise die Ölpumpe ein besonders empfindlicher Apparat, für den Konstrukteur und Monteur ein Gegenstand erhöhter Sorgfalt.

Die Abhängigkeit von zwei komplizierten Nebenmaschinen — auch der Hochdruckluftkompressor hat seine Tücken — ist also ein erheblicher Nachteil des Gleichdruckölmotors. Diesem Nachteile stehen aber als große Vorzüge sein geringer *Brennstoff-* und *Wärmeverbrauch* gegenüber, ferner, wie schon erwähnt, die *Billigkeit* und *Ungefährlichkeit* der anwendbaren Treibmittel. Mit einem Ölverbrauch von 180 g auf die Pferdekraft und Stunde, der sich bei großen Einheiten sogar noch weiter vermindert, steht unser Motor geradezu unerreicht da. Selbst ein Benzinmotor würde für die gleiche Arbeitseinheit etwa 250—300 g Brennstoff verzehren. Die Verminderung der für die Leistungs- und Zeiteinheit aufzuwendenden Wärmemenge, also die bessere

Ausnutzung des Heizwertes der Brennstoffe, springt jetzt sofort in die Augen.

Nehmen wir, den Erfahrungen entsprechend, in unserem Beispiele den *Heizwert* von 1 kg *Gasöl* zu

10 000 Wärmeeinheiten (WE),

denjenigen von 1 kg des zum Vergleich herangezogenen *Benzins* zu

11 000 WE

an, so ergibt sich bei 0,180 kg Öl für die Pferdekraftstunde bei der *Gleichdruckmaschine* ein Wärmeverbrauch von

$$0,180 \cdot 10\,000 = 1800 \text{ WE,}$$

bei den 0,250 kg des *Verpuffungsmotors* ein solcher von

$$0,250 \cdot 11\,000 = 2750 \text{ WE.}$$

Eine Pferdekraft bedeutet nun

75 mkg sekundliche Leistung.

Der Pferdekraftstunde entsprechen also

$$60 \cdot 60 \cdot 75 \text{ mkg Arbeit.}$$

Das *mechanische Wärmeäquivalent* ist  $\frac{1}{427}$ , also entsprechen jener Arbeitseinheit

$$\frac{60 \cdot 60 \cdot 75}{427} = 632,3 \text{ WE.}$$

Diese Größe ist also die *theoretisch* zur Erzeugung einer PS-Stunde aufzuwendende Wärmemenge. Dividieren wir sie durch die *tatsächlich* für diese Arbeit verbrauchte Wärme, so erhalten wir den sogenannten „*thermischen Wirkungsgrad*“,  $\eta_t$ , der Maschine, der uns also in Prozenten die Ausnutzungshöhe des Brennstoffes in thermischer Hinsicht angibt. In unserem Beispiel würde dieser Quotient

$$\eta_t = \frac{632,3}{1800} = 0,35$$

für den *Gleichdruckmotor*,

$$\eta_t = \frac{632,3}{2750} = 0,23$$

für den *Benzinmotor* sein, also schon wesentlich ungünstiger! Ziehen wir nun zum Vergleich noch den Wärmeverbrauch einer *Dampfmaschine* gleicher Leistung heran, der immer noch etwa

4000 WE für die PS-Stunde

selbst bei hoher Überhitzung und guter Kondensation betragen wird, so kommen wir mit unserem Wärmewirkungsgrad gar bis auf

$$0,15 \div 0,16$$

herunter. Wir erkennen also die gewaltige Steigerung in der Ausnutzung der durch so einfache Verbrennung erzeugten Wärme bei dem Gleichdruckverfahren, eine Eigenart, die offenbar in der von vornherein hohen Temperatur und der Methode der Verbrennung begründet liegt, also eine Steigerung der *Wirtschaftlichkeit* bedeutet.

Um die billige Krafterzeugung bei dem angenommenen Beispiel nur schlaglichtartig zu beleuchten, sei erwähnt, daß bei dem normalen Preis

des Gasöls (mit Zoll und Fracht frei Maschinenhaus) von

10 M. pro 100 kg, also 10 Pf. pro kg

die PS-Stunde bei dem angenommenen Bedarf auf

$$0,180 \cdot 10 = 1,8 \text{ Pf.}$$

*Brennstoffkosten* zu stehen käme, unsere 200-pferdige Maschine also einen stündlichen Ölverbrauch von

$$200 \cdot 0,180 = 36 \text{ kg oder } \frac{36}{0,87} = 41,4 \text{ l}$$

im Werte von

$$200 \cdot 1,8 = 360 \text{ Pf.} = 3 \text{ M. } 60 \text{ Pf.}$$

haben würde.

Der von keiner anderen Maschinengattung erreichte thermische Wirkungsgrad eröffnet denn auch dem Gleichdruckmotor, der in ortsfesten Anlagen sich längst einen hervorragenden Anteil gesichert hat, die größten Zukunftsmöglichkeiten und den Weg zu den vielfältigsten *Anwendungsgebieten*, zumal auch seine Betriebssicherheit durch fortschreitende Vervollkommnung der Hilfsmaschinen und anderen Konstruktionsteile infolge wachsender Erfahrung eine befriedigende Höhe erreicht hat. Der schlagendste Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung ist die steigende Heranziehung des Dieselmotors zum Antrieb von *Unterseebooten*, die ja von ihren Maschinen eine unbeschränkte Zuverlässigkeit verlangen. Gerade als *Schiffsmaschine* wird sich also der Ölmotor besonders eignen, und so führt er sich denn in die Handels- und Kriegsmarine immer mehr ein. Seine stetige Betriebsbereitschaft haben wir bereits hervorgehoben. Jetzt erkennen wir aus unserer Vergleichsrechnung einen weiteren Vorzug für den Schiffsbetrieb, in Sonderheit für Unterseeboote, aus dem geringen Raumbedarf des Brennstoffbehälters. Hierüber wollen wir wieder eine kleine Vergleichsrechnung, und zwar zwischen einem *Dampfschiff* und einem *Dieselschiff*, aufstellen. Wir müssen dabei allerdings die Voraussetzung gleicher Fahrtgeschwindigkeiten, gleicher Größen, Wasserverdrängungen, Bauformen und Belastungen machen, eine Annahme, die für die beiden Schiffstypen im allgemeinen nicht zutreffen wird. Der Zweck unserer Übersichtsrechnung kann daher nur der sein, uns einmal einen Einblick in die Größenordnungen der bezüglichen Betriebsziffern zu gewähren.

Denken wir uns ein *Dampfschiff* mit einer durchschnittlichen Maschinenleistung von

$$5000 \text{ PS,}$$

das eine 6-tägige ununterbrochene Fahrt, etwa von Hamburg nach New York, mit normaler Geschwindigkeit ausführen soll. Wir wollen den Kohlenverbrauch und den Bunkerraum berechnen, der allein für den Betrieb der Hauptmaschinen während der Überfahrt, also von dem Bedarf für Hilfsanlagen und „Liegen unter Dampf“ abgesehen, benötigt wird, und dann das Dieselschiff hinsichtlich der entsprechenden Zahlen ver-

gleichen. Den stündlichen *Kohlenverbrauch* für die Pferdekraft setzen wir nach Erfahrungszahlen niedrig zu

$$0,85 \text{ kg}$$

an. Die 144-stündige Fahrt erfordert dann bei 5000 PS

$$0,85 \cdot 144 \cdot 5000 = 612\,000 \text{ kg} = 612 \text{ t Kohlen.}$$

Der normale *Stauraum* im Bunker ist nun erfahrungsgemäß

$$1,3 \text{ m}^3/\text{t,}$$

er würde also in unserem Falle

$$612 \cdot 1,3 \approx 800 \text{ cbm}$$

betragen.

Ein *Dieselschiff* von derselben durchschnittlichen Maschinenleistung würde während der gleichen Reise bei dem praktisch erreichten Ölverbrauch für die indizierte PS-Stunde von 0,150 kg

$$0,150 \cdot 144 \cdot 5000 = 108\,000 \text{ kg} = 108 \text{ t Öl}$$

verzehren, hätte also nur etwa  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  der Last an Brennstoff mitzuführen. Unser Tank müßte nun bei einem spezifischen Gewichte des Brennstoffs von 0,87

$$\frac{108}{0,87} = 124 \text{ cbm}$$

Fassungsraum haben. Stände uns also der gleiche Raum für unseren Brennstoff zur Verfügung, als ihn der Kohlenbunker des Dampfers einnahm, so könnte unser Dieselschiff eine ununterbrochene Fahrt von

$$\frac{800}{124} \cdot 6 \approx 39 \text{ Tagen}$$

ausführen, oder die gleiche Reise wie das Dampfschiff etwa  $6\frac{1}{2}$  mal ohne Ölaufnahme zurücklegen. Aus dieser kleinen, überschläglichen Betrachtung schon erkennen wir die große *Unabhängigkeit* eines Dieselschiffes von der Nähe der *Ölstationen* und damit eine *Vergrößerung* seines *Aktionsradius*, wie sie gerade bei Kriegsfahrzeugen von der weittragendsten militärischen und politischen Bedeutung sein muß. Hat doch die ununterbrochene Rekordfahrt eines Dieselschiffes nicht weniger als 80 Tage betragen!

Gegen den Gebrauch von Dieselmotoren für *Unterseeboote* könnte man einwenden, daß ihr Gewicht im Verhältnis zur Leistung zu groß werden müßte. Dieser Einwurf ist aber nach neueren Veröffentlichungen<sup>1)</sup> nicht mehr stichhaltig. Bei den langsamlaufenden Dieselmotoren der Handelsschiffe hat allerdings der Quotient *Maschinengewicht* mit Hilfsapparaten, dividiert durch *mittlere Leistung*, immer noch den respektablen Wert von

$$160 \text{ kg/PS;}$$

bei Unterseebooten mit Schnellläufern dagegen ist es durch Verwendung der hochwertigsten Ma-

<sup>1)</sup> „Der Ölmotor“, Okt. 1915.

teriale jetzt gelungen, ihn bis  
unter 23 kg/PS

herabzudrücken, eine recht erfreuliche Ingenieurleistung!

Die gleichen Vorteile wie bei der Anwendung im Schiffbau wird der Dieselmotor auch beim Antrieb von schweren Landfahrzeugen, wie *Lokomotiven* und *Lokomobilen*, aufweisen, doch ist diese Angelegenheit noch nicht weit über das Versuchsstadium hinausgekommen und läßt daher kein abschließendes Urteil zu.

Um zum Schluß noch etwas über die *obere Leistungsgrenze* des Dieselmotors zu berichten, sei mitgeteilt, daß sich diese erfreulicherweise in einem beständigen Aufrücken befindet. Gerade die ständige Betriebsbereitschaft unserer Maschine sichert ihr ja eine steigende Anwendung im *Schiffbau* und in großen *Elektrizitätswerken*. Diese beiden Verwendungsgebiete aber lassen bekanntlich ein wachsendes Bedürfnis nach großen und immer größeren Maschineneinheiten hervortreten, und so entwerfen und prüfen denn die bedeutenderen Dieselmotorenfirmen, wie die *Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg* und *Gebrüder Sulzer in Winterthur*, immer mächtiger werdende Maschinentypen. Anlagen mit 30 000 PS und darüber wie für Dampfturbinen sind freilich mit Dieselmotoren noch nicht ausgeführt worden, über 5000 PS für ein Aggregat ist man noch nicht hinausgekommen; wenn aber erst die nötigen Betriebserfahrungen vorliegen werden, wird sich zweifellos auch hier eine erhebliche Steigerung ergeben.

Die *konstruktiven Schwierigkeiten* der großen Motoren sind freilich nicht gering. Eine der größten Versuchsmaschinen, ein Einzylindermotor von 2000 PS auf dem Prüfstand von *Gebrüder Sulzer*, hat nach einer neueren Veröffentlichung<sup>1)</sup> einen Zylinderdurchmesser von rund 1 m, so daß auf dem Arbeitskolben während der Verbrennung bei der üblichen Verdichtungshöhe ein Druck von etwa 300 000 kg lastet, der Größenordnung nach also dem Höchstdruck in der Explosionskammer eines großkalibrigen Geschützes entsprechend! Die rasch wechselnde Belastung und Entlastung mit Drucken von dieser enormen Höhe muß aber selbst das beste Material auf die Dauer ermüden, und so ist denn, wie fast überall bei der Steigerung der Leistung in der Technik, auch der Bau großer Dieselmotoren im wesentlichen eine Materialfrage.

## Chemische Mitteilungen.

**Fortgesetzte Untersuchungen über Carboxylase und andere Hefenfermente.** Das von *Neuberg* entdeckte neue Gärungsferment Carboxylase ist einer ausgedehnten Untersuchung unterzogen worden. Das Ferment ist viele Monate in zellfreien Dauerpräparaten haltbar. Es findet sich in aus-

gegorenen sowie in mehrere Wochen im Eisschrank gelagerten Hefensäften. Sowohl in frischen Hefen als in Hefenpräparaten wirkt das Ferment bei niedriger Temperatur, z. B. schon bei 10°; die obere Wirkungsgrenze der Carboxylase liegt bei ca. 70°. Die Tätigkeit der Carboxylase geht vollkommen parallel mit derjenigen der „Zymase“, soweit man frische Hefen in Betracht zieht. Dieser Umstand stellt ein neues Argument zugunsten der sehr wahrscheinlichen Annahme dar, daß die Carboxylase ein Teilferment des Zymasekomplexes ist. Die Anwendung von Puffern (Moderatoren, wie Phosphat, Borat, Arsenit) steigert die Vergärfähigkeit der Brenztraubensäure sowohl bei den verschiedensten Konzentrationen, als bei den verschiedensten Temperaturen, einerlei ob die Vergärung durch frische Hefen, durch Trockenhefen oder Mazerationssäfte erfolgt. Carboxylase wie auch Zymase vertragen in Form von Mazerationssäften eine halbstündige Behandlung mit  $\frac{n}{2}$ -KOH bei 37° bis zur Hälfte ihres Volumens und sind nach Neutralisation mit  $\frac{n}{2}$ -HCl noch stark wirksam. Die Zymase ist also viel beständiger, als man früher annahm. Die Carboxylase wirkt noch in 30 proz. alkoholischer Lösung. Sie erträgt auch einen 10 volumenprozentigen Zusatz von Holzgeist, Propylalkohol, Amylalkohol, Aceton usw.; sie wirkt noch in einer Lösung, die 40 % Glycerin und 3 % Pyridin enthält. Carboxylase findet sich auch in plasmolysierten Hefen. Die Vergärung der Brenztraubensäure durch die Carboxylase ist unabhängig von anderen Hefenfermenten, insbesondere von der Invertase. Umgekehrt wird letztere durch Brenztraubensäure Salze nicht beeinflusst. Eine Invertinlösung widersteht einer 800 tägigen Aufbewahrung bei Zimmertemperatur ohne meßbare Schädigung. Es liegen Anzeichen dafür vor, daß die Gärung von Zucker eine gleichzeitige Vergärung von Brenztraubensäure zurückdrängt. Bemerkenswert ist, daß Carboxylase sowie Zymase von freier Brenztraubensäure in 2 % Lösung, aber nicht von gepufferter Brenztraubensäure, gleichmäßig geschädigt, ja zerstört werden können.

Neue Beziehungen zwischen gewöhnlicher Zuckergärung und zuckerfreier Gärung enthüllen sich durch den Befund, daß kleine Mengen von Salzen aller bekannten  $\alpha$ -Ketosauren kräftig die Vergärung von Traubenzucker, Fruktose, Mannose, Rohrzucker und Maltose stimulieren. Da die  $\alpha$ -Ketosauren das erste Abbauprodukt der das Eiweiß zusammensetzenden Aminosäuren sind, so handelt es sich hier um ein bemerkenswertes Ineingangreifen von Aminosäuren- und Zuckerumsatz. Schließlich ist noch gezeigt worden, daß die Carboxylase, deren Eigenschaften bei ihrer Entdeckung naturgemäß an reichlichen Mengen Fermentmaterial studiert wurden, auch in *kleinsten* Quantitäten die zuckerfreie Vergärung der Brenztraubensäure und ihrer Homologen bewirkt. Bei Verwendung von Hefensäften erweist sich die Carboxylase sogar als bedeutend kräftiger als die Zymase. Ein bequemes Mittel zum Studium der Carboxylase stellt der Hefenmazerationssaft dar, der bei richtiger Darstellung und Handhabung keine oder nur eine geringfügige Selbstgärung aufweist. Die Gewinnung von gärfähigem Hefensaft gelang aus mehreren neuen Kulturhefen.

In ihrer Gesamtheit greifen diese Feststellungen in verschiedene Seiten des Gärungsproblems ein. Die Auffindung des Enzyms, dessen Hauptwirkung in der

<sup>1)</sup> Schweiz. Bauzeitung Band LXIV, Nr. 1 und 2, *Ostertag*, Neuerungen im Bau großer Dieselmotoren.



Abspaltung von  $\text{CO}_2$  besteht, hat der Frage nach der Entstehung der Gärungskohlensäure die experimentelle Grundlage gegeben.

C. Neuberg, Berlin.

Die Frage nach der Art und Weise des Vorkommens von **Schwefel in Eiweißkörpern** ist noch vielfach ungeklärt. Der einzige bekannte schwefelhaltige Baustein der Eiweißkörper ist das Cystin ( $\text{COOH} \cdot \text{CHNH}_2 : \text{CH}_2\text{S} - \text{SCH}_2 \cdot \text{CHNH}_2 \cdot \text{COOH}$ ). Verschiedene Tatsachen weisen aber darauf hin, daß der Schwefel, wenigstens bei einigen Eiweißkörpern, auch in einer anderen Form als an das Cystin gebunden vorkommt. So ist erst kürzlich von Th. Lissizin (*Biochemical Bull.* Vol. IV, 18, 1915) gezeigt worden, daß bei der Oxydation des in den Haaren, im Horn usw. enthaltenen Keratins mit Permanganat nur ein Zehntel des vorhandenen Schwefels zu Schwefelsäure oxydiert wird, der weitaus größere Teil desselben aber in organischer Bindung verbleibt. Beim Cystin aber wurde der Schwefel zu 46,9% zu Schwefelsäure oxydiert; nebenbei traten kleine Mengen von Schwefelwasserstoff auf, was bei der Oxydation des Keratins nicht zu bemerken war. Die Oxydationen bei Keratin und bei Cystin verlaufen also nicht in gleichen Richtungen und der Schwefel im Keratin ist also wahrscheinlich nicht allein als Cystin, sondern auch in anderer Form vorhanden.

Von J. F. Mc Clendon ist kürzlich gezeigt worden, daß **Quecksilber als Katalysator** bei der Oxydation von Aluminium wirkt. Wird in ein Stück Aluminium mittelst eines elektrischen Funkens eine Spur Quecksilber gebracht, so erfolgt schon bei gewöhnlicher Temperatur und in atmosphärischer Luft eine sehr rasche Oxydation des Aluminiums. Es bildet sich ein voluminöses Oxyd, das gleich einer Pflanze aus dem Aluminium herauswächst und schon nach wenigen Minuten die Höhe von einem Millimeter erreichen kann. (*Biochem. Bull.* Vol. IV, 96, 1915.)

Auf Grund theoretischer Vorstellungen, die namentlich von P. Curie, Wulff und Ritzel entwickelt wurden, wird ziemlich allgemein angenommen, daß verschiedenwertige **Kristallflächen** verschiedene **Löslichkeit** haben und daß ein Kristall nur dann mit einer Lösung im Gleichgewicht ist, wenn er eine bestimmte Form hat, bei welcher die Oberflächenenergie ein Minimum ist. J. J. P. Valetton hat diese Frage einer eingehenden experimentellen Prüfung unterzogen. Mit Hilfe einer Methode, die es gestattete, in einer nicht allzugroßen Flüssigkeitsmenge einen beliebigen Über- und Unterschüttungsgrad für längere Zeit konstant zu halten, wurden zwei Werte für die Temperaturdifferenz gesucht, bei deren einem ein bestimmter Kristall eben noch wächst, bei deren anderem er sich eben auflösen beginnt. Der Punkt, bei welchem der Kristall mit seiner Lösung im Gleichgewicht ist und der zwischen den beiden Temperaturgrenzwerten liegt, wurde als Nullpunkt bezeichnet. Dieser Nullpunkt war nun bei den oktaedrischen Kristallen des Kalialauns für alle untersuchten (Oktaeder-, Würfel-, Rhombendodekaeder-) Flächen gleich. Die verschiedenen Wachstums- bzw. Auflösungsgeschwindigkeiten in verschiedenen Kristallrichtungen können also nicht durch entsprechende Löslichkeitsdifferenzen erklärt werden. Aus den thermodynamischen Betrachtungen von Gibbs über das Gleichgewicht in Lösungen geht weiter hervor, daß die Oberflächenenergie bei makroskopischen Kristallen praktisch ohne Einfluß ist. Es sind also die

in der Literatur vorgebrachten Gründe für die Annahme von Löslichkeitsunterschieden bei makroskopischen Kristallen nicht stichhaltig. (*Ber. d. math.-phys. Klasse d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss.* Leipzig. LXVII. Bd. 1, 1915.)

J. Matula, Wien.

**Der Nachweis von Arsen in den Haaren** erlaubt nach den zum Teil auf eigenen Versuchen basierten Mitteilungen von A. Heffter (*Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Mediz. u. öfftl. Sanitätswesen* (3) 49, 194, 1915) einen Schluß auf die Zeit der Arsenaufnahme zu ziehen. Das Arsen geht nur allmählich in die Haare über, findet sich daher bei rasch verlaufenden akuten Vergiftungen nicht in diesen; andererseits verschwindet es viel langsamer als aus anderen Organen und kann in den Haaren noch nach Jahren nachgewiesen werden, wenn es selbst aus den Knochen und der Leber verschwunden ist. Bei chronischen Darreichungen erscheint es spätestens nach 14 Tagen. Seine Menge beträgt 1—5 Hunderttausendstel der Haarsubstanz.

**Die Korksäure** ist zwar leicht aus Kork darstellbar, ist aber weder in diesem primär enthalten, noch überhaupt je im Pflanzenreich als solche aufgefunden worden, obwohl außer der Korksubstanz auch andere Pflanzenstoffe bei der Oxydation in Korksäure übergehen können. So z. B. die Ricinolsäure des Ricinusöls. Das Verhalten dieser Säure steht aber offenbar in einem nahen Zusammenhang mit jenem der Korksubstanz, denn auch die Bestandteile des Korks sind zum guten Teil Oxyfettsäuren. Die Phellonsäure, der man bisher eine eigenartige cyclische Struktur geben wollte und die eine der Muttersubstanzen der Korksäure darstellt, ist nach Scurti und Tommasi (1913) mit Oxybehensäure identisch; die Suberinsäure, ein Hauptbestandteil des Korks, von der Zusammensetzung  $\text{C}_{17}\text{H}_{30}\text{O}_3$ , ist wohl auch nur eine ungesättigte Oxyfettsäure oder ein Gemisch solcher Säuren, was schon aus ihrem, den ungesättigten Säuren des Leinöls ähnlichem Verhalten hervorgeht. Überraschenderweise ist die Korksäure vor einiger Zeit im Tierreich gefunden worden, nämlich von Wieland und Weil (1913) anlässlich der Untersuchung des Krötengifts. Diese Tatsache kann auf verwandte Erscheinungen beim pflanzlichen und tierischen Fettstoffwechsel hindeuten. In diesem Zusammenhange ist von Interesse darauf hinzuweisen, daß die Lanocerinsäure des Wollfetts, ebenfalls eine hochmolekulare Oxyfettsäure wie die Oxybehensäure, von der Zusammensetzung  $\text{C}_{30}\text{H}_{60}\text{O}_4$ , von Hans Meyer und Brod (1913) in einem Pflanzenwachs, dem Candelillawachs von Euphorbia antisiphilitica, in Form eines Lactons gefunden wurde.

**Natürliche Kohlenhydratester aromatischer Säuren.** Eine eigenartige Verbindung, *Dibenzoylglukoxylose*, haben kürzlich Power und Salway (*Journal Chem. Soc.* Bd. 103, S. 767 und 1062, 1914; *Tutin*, ebd. 107, 7, 1915) in *Daviesia latifolia* (Leguminosen) aufgefunden. Die neue Verbindung zerfällt bei der vollständigen Hydrolyse in 2 Moleküle Benzoesäure, d-Glukose und Xylose. Beim Behandeln mit kalter verdünnter Natronlauge wird nur Benzoesäure abgespalten und ein Disaccharid der Zusammensetzung  $\text{C}_{11}\text{H}_{20}\text{O}_{10}$ , Glukoxylose, hinterbleibt als hornartige, in Wasser leicht lösliche Masse ohne reduzierende Eigenschaften. Glukoxylosen waren bisher in der Natur nicht nachgewiesen worden, wie denn natürliche Biosen aus Hexose und Pentose überhaupt erst seit Auffin-

dung der Vicianose durch *Bertrand* und *Weisweiler* (1910) bekannt sind. Die Vicianose entsteht durch enzymatische Hydrolyse des Glukosids Vicianin, welches sich in einigen Viciaarten vorfindet. Es ist analog zusammengesetzt wie das Amygdalin, doch zerfällt das Vicianin nicht wie dieses in Benzaldehyd, Blausäure und 2 Moleküle Glukose, sondern in Benzaldehyd, Blausäure und Vicianose, welche letztere selbst wieder in d-Glukose und l-Arabinose gespalten werden kann. Von einer dritten Hexapentose, der Primverose, einem Spaltungsprodukt von Primelnglukosiden, ist die Natur der Komponenten noch unerforscht. Die oben genannte Verbindung der *Daviesia* ist übrigens nicht das erste natürlich aufgefundene benzoyleierte Kohlenhydrat. Ein Glukosid der *Preißel-* und *Moosbeeren*, das *Vaccinin*, welches früher für identisch mit Arbutin gehalten wurde, erwies sich nach einer neueren Untersuchung von *Griebel* (1910) als Monobenzoyleglukose  $C_{13}H_{16}O_7$ . Durch die Untersuchungen von *Emil Fischer* und *K. Freudenberg* ist bekanntlich das Tannin als eine Verbindung erkannt worden, in welcher Traubenzucker mehrfach mit Digallussäuregruppen (Dipepsiden) verestert ist. Neuerdings (*Ber. d. deutsch. chem. Ges.* 47, 2485, 1914) fanden die gleichen Forscher, daß die türkischen Gallen von *Quercus infectoria* weniger einheitlich zusammengesetzten Gerbstoff enthalten. Es wiegen einfache, an Traubenzucker gebundene Galloylgruppen vor. Für das Auftreten von Monogalloylglukose (Glukogallussäure), die *Feist* und *Hann* (*Arch. d. Pharm.* 251, 468, 1913) angegeben hatten, fand sich indessen kein sicheres Anzeichen vor.

**Neue Forschungen auf dem Gebiete der natürlichen Schwefelverbindungen.** Unsere Kenntnisse über die in der Natur auftretenden Schwefelverbindungen sind erst in den allerletzten Jahren wieder um ein gutes Stück gefördert worden, nachdem längere Zeit hindurch kein wesentlicher Fortschritt zu verzeichnen war. Es handelt sich um drei Gruppen von Verbindungen: Eiweißstoffe, Basen, Senföle. Sind wohl eine ganze Reihe von schwefelhaltigen Verbindungen als dem Eiweiß entstammend erkannt worden, so konnten sie doch alle auf einen einzigen Baustein der Eiweißkörper zurückgeführt werden, das Cystin, welches schon 1810 als Bestandteil von Blasensteinen entdeckt, aber erst 1890 als Spaltungsprodukt von Proteinen nachgewiesen wurde. Das Cystin blieb bisher die einzige einwandfrei als Baustein der Eiweißstoffe festgestellte Schwefelverbindung. Andererseits weiß man sicher, daß viele Eiweißstoffe den Schwefel noch in anderer Bindungsform enthalten müssen. Eine bestimmte Spur dieser Verbindungen fand erst kürzlich *C. Th. Mörner* (*Zeitschr. f. physiol. Chemie* 93, 175; 1915). Er erhielt bei Behandlung von Eiweißstoffen mit Salpetersäure eine wohl charakterisierte Verbindung, Methylsulfosäure  $CH_3-SO_3H$ , von welcher er nachweisen konnte, daß sie nicht dem Cystinkomplex entstamme.

Was die Gruppe der Basen oder alkaloidähnlichen Körper betrifft, so war bis vor wenigen Jahren kein schwefelhaltiger Repräsentant derselben sicher bekannt. Von einer im Jahre 1871 aus Maikäfern erhaltenen schwefelhaltigen Base, dem Melolonthin, dem der Entdecker *Ph. Schreiner* die Zusammensetzung  $C_5H_{12}N_2O_3S$  gab, konnte nur die Nichtidentität mit dem Cystin

ermittelt werden. Durch die Untersuchungen von *Tanret* (1909) sowie *Barger* und *Ewins* (1911) wissen wir nun, daß im Mutterkorn das physiologisch unwirksame Ergothionin auftritt, dem die Struktur eines Thiohistidinbetains zukommt, und das somit in einem durchsichtigen Verhältnis zu den Eiweißstoffen steht.

Was nun schließlich die Senföle anlangt, die bekanntlich in Form von Glukosiden in den Samen der Cruciferen und verwandten Familien auftreten, so ist zu den längst bekannten Verbindungen dieser Art, dank den Untersuchungen von *W. Schneider*, eine neue Gruppe hinzugetreten, die dadurch bemerkenswert ist, daß sie zwei Schwefelatome in verschiedenartiger Bindung aufweist. Der Schwefel tritt nicht nur als Senfölschwefel (Isothiocyanatschwefel), sondern auch als Sulfonschwefel  $R_1-SO_2-R_2$  auf. Sulfonverbindungen waren bisher in der Natur gänzlich unbekannt gewesen. Einem solchen Sulfonsenöl, dem Cheirolin, verdankt der Goldlacksamen seine physiologische Wirkung. Kürzlich konnten *W. Schneider* und Mitarbeiter (*Berichte d. Deutsch. Chem. Ges.* 47, 2225; 1914) beweisen, daß in den Senfölglykosiden der Traubenzucker, wie schon vermutet wurde, am Schwefelatom des Senföls gebunden sei. Bei der Behandlung von Sinigrin mit Kaliummethylat wurde die Zuckerkomponente in Form von Thioglukose, das ist geschwefelter Traubenzucker, abgespalten.

G. Trier, Zürich.

Im Gegensatz zu den früheren Anschauungen haben *Th. Paul* und *Ad. Günther* vor einigen Jahren festgestellt, daß der Säuregrad des Weines nicht dem Gehalte an titrierbarer Säure entspricht, sondern **identisch mit seinem Gehalt an Wasserstoffionen ist**. „Der Säuregrad eines Weines ist die Zahl, welche angibt, wieviel Milligrammion (mg-Ion) Wasserstoffion ( $H^+$ ) in 1 Liter enthalten sind.“ Er kann mit Hilfe der Zuckerinversionsmethode bestimmt werden. Die Entsäuerung des Weines mit kohlensaurem Kalk bezweckt eine Verminderung der Wasserstoffionen. Hierbei spielt das chemische Gleichgewicht zwischen Weinsäure und neutralem Calciumtartrat eine wesentliche Rolle. Die Gültigkeit der für diese Gleichgewichte aufgestellten physikalisch-chemischen Gleichungen wurde durch das Experiment bestätigt. Ein dem Weine entsprechender Gehalt an Äthylalkohol hat auf diese Gleichgewichtsverhältnisse einen erheblichen Einfluß. Die Entsäuerung des Weines ist kein einfacher Neutralisationsvorgang. Der Zusatz von kohlensaurem Kalk hat vielmehr eine weitgehende Veränderung der chemischen Konstitution des Weines zur Folge. Die vorliegenden Untersuchungen haben ergeben, daß auch auf diese Vorgänge die Gesetzmäßigkeiten anwendbar sind, nach denen sich der Säuregrad von Säurelösungen bei Gegenwart von Salzen regelt. Die Abnahme des Säuregrades bei der stufenweisen Entsäuerung ist im Anfang viel stärker als später. Der Gehalt an titrierbarer Säure nimmt dagegen stetig und proportional dem Zusatz von kohlensaurem Kalk ab. Ein weiterer Fortschritt der Weinchemie auf dem vorliegenden Gebiete ist zurzeit nur durch die Anwendung der modernen physikalisch-chemischen Lehren möglich.

Th. Paul, München.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY  
RECEIVED  
FEB 19 1916

U. S. Department of Agriculture

Heft 52.

24. Dezember 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Über Mikrowagen und ihre Anwendung in der chemischen Analyse. Von *Prof. F. Emich, Graz*. S. 693.

Die XVII. ordentliche Hauptversammlung der Schiffsbau technischen Gesellschaft. S. 699.

Zoologische Mitteilungen. S. 702—704.

Herausgabe von Fritz Müllers Werken, Briefen und Leben. Versuche mit niederen Land- und Süßwassertieren bei ziemlich starker Kälte. Befruchtung und Furchung. Versuche mit dem ge-

wöhnlichen Blutegel. Die Rolle des tierischen Chlorophylls. Parasitismus junger pelagischer Fische.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Zeitschrift für Elektrochemie. S. 705.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 706.

Zeitschrift für Instrumentenkunde. S. 706.

Physikalische Zeitschrift. S. 706.

Annalen der Physik. S. 708.

Geographische Zeitschrift. S. 708.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

## Lehrbuch der Geschichtsphilosophie

Von **Dr. Georg Mehlis**

Professor an der Universität Freiburg i. Br.

Preis M. 20.—; in Halbfranz gebunden M. 23.—

### Inhaltsübersicht:

Vorbemerkungen.

I. Probleme der Geschichtsphilosophie oder Theorie der Geschichte und Universalgeschichte.

Geschichtsphilosophische Grundfragen.

Allgemeiner Charakter der Geschichtsphilosophie und ihrer Probleme.

Der Begriff der Philosophie.

Der Begriff der Geschichte.

Geschichtsphilosophische Einzelprobleme.

Probleme der Geschichtslogik.

Probleme der historischen Wertlehre.

Die Probleme der Universalgeschichte.

II. Geschichte der Geschichtsphilosophie.

Einleitung.

Das Werden des geschichtsphilosophischen Gedankens in dem griechischen Kulturkreise.

Die Entfaltung des geschichtsphilosophischen Gedankens in der christlichen Philosophie.

Die Vollendung der Geschichtsphilosophie im deutschen Idealismus.

III. Das System der Geschichtsphilosophie oder inhaltliche Konstruktion der Universalgeschichte.

Der Sinn des historischen Geschehens.

Allgemeine Konstruktion des universalhistorischen Prozesses.

Die religiöse Entwicklung.

Die ästhetische Entwicklung.

Die philosophische Entwicklung.

Die sittlich-staatliche Entwicklung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

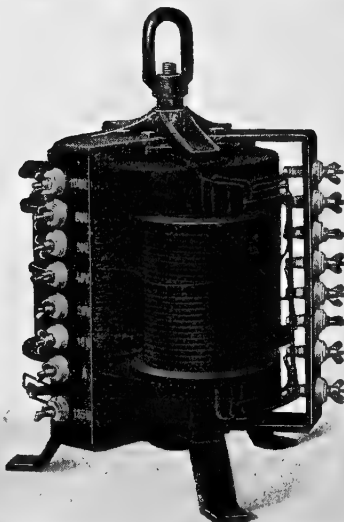
Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung

10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

# Siemens & Halske A.-G.

## Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Experimentiertransformator zum Anschluß an Drehstrom und zur sekundären Entnahme von 100, 80, 60, 40, 30, 20 und 10 Volt Dreh- bzw. Wechselstrom

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

## Reichsfinanzreform und Innere Reichspolitik 1906—1913

Ein geschichtliches Vorspiel zu den Ideen von 1914

Von

Dr. Hans Teschemacher

Preis M. 2.—

Soeben erschien:

## Eine Kriegsvorlesung über die Volkswirtschaft

Das Zeitalter der Volksgenossenschaft

Von Dr. Johann Plenge

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Münster i. W.

Preis M. 0.80.

# Bücherzettel.

3-Pfennig-  
Marke

An die

Buchhandlung

in



Der Unterzeichnete bestellt:

..... Expl. **Einbanddecke** zu **„Die Naturwissenschaften“**,  
Jahrgang 1915. Preis M. 2.—; einschl. Verpackung und Porto M. 2.50.  
..... ferner für Jahrgang 1913, 1914. M. 2,— zuzüglich Porto.

— Betrag — anbei folgt durch Postanweisung. —

(Verlag von Julius Springer in Berlin.)

Name: .....

Adresse .....

## Über Mikrowagen und ihre Anwendung in der chemischen Analyse<sup>1)</sup>.

Von Prof. F. Emich, Graz.

Die Feststellung des Begriffs *Mikrowage* setzt eine gewisse Willkür voraus; wir wollen darunter solche Vorrichtungen verstehen, welche Massenbestimmungen an kleinen, d. i. keinesfalls über *zwanzig Gramm* schweren Objekten bis auf etwa die fünfte Grammdezimale gestatten.

Vorausgeschickt sei weiter, daß jede Wage durch eine Reihe von Konstanten gekennzeichnet wird, von welchen uns die *Empfindlichkeit* und die *Genauigkeit* interessieren. Unter der ersteren versteht die Wissenschaft<sup>2)</sup> „die Anzahl von Skalenteilen, um welche die Zunge ausschlägt, wenn man die zur Ruhe gekommene Wage einseitig mit einer kleinen Gewichtseinheit belastet“. In der Praxis wird mit dem Wort „Empfindlichkeit“ aber oft auch nur das *kleinste Übergewicht* bezeichnet, auf das die Wage bei einer bestimmten (z. B. der Maximal-) Belastung noch sicher reagiert. Da dieser letztere Modus für uns bequemer und auch völlig ausreichend ist, wollen wir ihn beibehalten; wollte man einen Unterschied machen, so könnte man diese eben angegebene Empfindlichkeit die „praktische“ nennen. Wir betonen, daß die Empfindlichkeit niemals größer sein darf, als es die Schwankungen der Nullage gestatten, die hervorgerufen werden durch die Unvollkommenheiten des Instruments. Unter der Genauigkeit einer *Wägung* verstehen wir den abgerundeten Quotienten

$$\frac{\text{praktische Empfindlichkeit}}{\text{Gewicht des zu wägenden Körpers}};$$

bei Angabe der Genauigkeit der *Wage* tritt an Stelle des letzterwähnten Nenners natürlich die *Maximalbelastung*.

Fragen wir uns, ob die bisher konstruierten Wagen die Grenzen der möglichen Empfindlichkeit und Genauigkeit schon erreicht haben, so ist

<sup>1)</sup> Dem Wunsche der Redaktion dieser Zeitschrift, eine Abhandlung über Mikrowagen zu schreiben, bin ich gern nachgekommen; einerseits glaube ich, daß dem Gegenstande heute ein allgemeineres Interesse zukommt, und andererseits darf man bei einem Fortschritt auf dem Gebiete der Arbeitsmethoden immer hoffen, daß er die Aufmerksamkeit solcher Forscher auf sich lenkt, die von der betreffenden Richtung nur gelegentlichen Gebrauch machen. Natürlich mußte der Stoff in verschiedener Hinsicht eingeschränkt werden.

<sup>2)</sup> Handwörterbuch der Naturwissenschaften VI, S. 751; vergl. auch Literatur unter <sup>10)</sup> und <sup>21)</sup>.

die Antwort unbedingt zu verneinen, denn eine solche Grenze läßt sich vorläufig überhaupt nicht angeben. Die Wage unterscheidet sich in dieser Hinsicht sehr vom Mikroskop, bei dem die erreichbare Leistungsfähigkeit in verhältnismäßig einfacher Weise mit der Wellenlänge des Lichtes zusammenhängt. Man kann dies ohne weiteres einsehen, wenn man bedenkt, daß die Dinge bei der Wage viel komplizierter wie beim Mikroskop liegen. Denn gerade die Umstände, die einer rechnermäßigen Behandlung schwer oder nicht zugänglich sind, wie Feinheit und Material der Schneiden, ihre exakte Justierung, der Einfluß der Luftströmungen im Waggehäuse, bestimmen bei extremer Empfindlichkeit dieselbe vielleicht in noch höherem Maße wie die anderen bekannten Daten, d. h. wie Balkenlänge, Balkengewicht und Abstand des Balkenschwerpunkts von der Mittelschneide. Man ist also in der gedachten Hinsicht fast ganz auf den empirischen Weg angewiesen, und jeder Erbauer einer neuen Wage kann seine Vorgänger überflügeln, wenn er ihre Erfahrungen verwertet und wenn er Glück hat.

Gehen wir zu den Forderungen des Chemikers über, so ist bekannt, daß quantitative Analysen bisher meist mit einem Materialaufwand von 0,1–1 g ausgeführt worden sind. Und zwar besteht das Verfahren bei den Gewichtsanalysen, auf die wir allein Rücksicht zu nehmen haben, darin, daß man die Substanz auf 0,1–0,5 mg genau abwägt, sie dann in die verschiedenen Wägeformen überführt und deren Gewicht auch wieder mit der angegebenen Genauigkeit bestimmt. Aus diesen Zahlen berechnet man den Gehalt der Ausgangssubstanz an den einzelnen Bestandteilen. Darnach sollte eine Genauigkeit der Wägung von rund  $\frac{1}{1000}$  genügen. Aber das trifft nur selten zu, da man sowohl die Substanz wie auch die Wägeformen fast nie unmittelbar auf die Wagschale bringen kann, sondern sie unter Vermittlung einer passenden *Unterlage* (Tara) wägen muß; diese kann, je nach dem besonderen Fall, z. B. ein Wägegias, ein Tiegel, eine Schale oder ein Absorptionsapparat sein, deren Gewicht das der Substanz um das Hundertfache und mehr überschreitet. Also brauchen wir statt der eben erwähnten Genauigkeit eine solche von  $\frac{1}{100\,000}$ .

Aber es ist dabei grundsätzlich einerlei, ob wir mit Grammen, Dezi- oder selbst mit Milligrammen arbeiten, wenn nur außer der Genauigkeit der Wägung auch die unvermeidlichen Analysefehler relativ konstant bleiben. —

Da die Substanzen bei der Analyse in der Regel „verloren“ gehen, z. B. bei der Elementaranalyse organischer Verbindungen verbrannt wer-

den, bedeutet die Einführung der Mikromethoden, d. h. das Arbeiten mit sehr kleinen Substanzmengen, für den Chemiker einen großen wirtschaftlichen Vorteil. Man kann sich durch eine rohe Schätzung davon überzeugen, daß gegenwärtig alljährlich *Tausende* von Gramm des kostbarsten Analysenmaterials auf solche Weise der Wissenschaft zum Opfer fallen. Diese Opfer könnten sehr bedeutend vermindert werden, und es würde dann Material übrig bleiben, mit dem man wichtige Konstanten bestimmen, Konstitutionsfragen lösen und Nachprüfungen vornehmen könnte. — Indem wir so der Einführung der Mikromethoden das Wort reden, wollen wir selbstverständlich nicht den Wunsch nach einer Verminderung des Aufwandes für die chemische Forschung aussprechen. Aber wir wollen sagen, daß mit dem als gegeben zu betrachtenden Aufwand mehr erreicht werden könnte<sup>35)</sup>. In vielen Fällen tritt übrigens parallel mit der Ersparnis an Material auch noch eine Ersparnis an Zeit und Energie ein, die gleichfalls in anderer Weise nutzbringend verwertet werden können. Mit einem Wort: das Prinzip der Ökonomie kommt in vollstem Maß zur Geltung.

Die Idee, die diesen Erwägungen zugrunde liegt, d. i. die des Übergangs vom Dezi- zum Zenti- und Milligrammverfahren (wie man kurz sagen kann), ist wohl zuerst im Nernstschen Institut, von Nernst<sup>4)</sup> selbst (1902), dann von ihm und E. H. Riesenfeld<sup>5)</sup>, <sup>6)</sup>, v. Wartenberg und von O. Brill<sup>6)</sup>, <sup>7)</sup>, <sup>8)</sup>, <sup>11)</sup> verwertet worden. Später (1909) habe ich mich gemeinsam mit Jul. Donau<sup>13)</sup> mit quantitativen Mikroanalysen beschäftigt, namentlich haben wir gezeigt, wie sich Niederschläge sammeln und wägen lassen. Die Bestimmungen wurden zwar nur mit der Nernstwaage ausgeführt, es ist aber auch schon ausdrücklich auf die Verwendbarkeit der Kuhlmannwagen zu diesen Zwecken hingewiesen worden<sup>16)</sup>. Die Methoden der Niederschlagsbehandlung wurden hierauf von J. Donau verbessert<sup>23)</sup>, auch haben wir uns schon damals mit Erfolg mit der Bestimmung von Halogen, Schwefel und Stickstoff in organischen Substanzen beschäftigt<sup>13)</sup>, <sup>19)</sup>, <sup>24)</sup>. Im Jahre 1912 veröffentlichte endlich Fritz Pregl eine groß angelegte Arbeit, die ein vollständiges System der organischen Elementaranalyse enthält, nach welchem nun Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Halogen und Schwefel unter Aufwand von wenigen Milligramm von Substanz mit großer Genauigkeit bestimmt werden können<sup>25)</sup>.

Die Grenze des Möglichen ist durch Vorstehendes natürlich noch nicht erreicht. Wer eine Waage von 0,1  $\gamma$ <sup>1)</sup> Empfindlichkeit besitzt, kann quantitative Analysen mit 0,1 mg Substanz ausführen, vorausgesetzt, daß die betreffenden Manipulationen möglich sind. Vorderhand ist man bei so geringen Mengen allerdings noch auf ge-

wisse elektrolytische<sup>32)</sup> und auf „Rückstandsbestimmungen“ angewiesen<sup>33)</sup>. Unter den letzteren sind solche Bestimmungen zu verstehen, bei welchen die Substanz durch einfaches Erhitzen in die Wägeform übergeführt wird.

Im folgenden sollen die Mikrowagen kurz beschrieben werden; die Einteilung in Hebelwagen, Federwagen und elektromagnetische Wagen entspricht bekannten Grundsätzen.

#### A. Hebelwagen.

1. Um die an Glasoberflächen haftende Wasserschicht zu wägen, bauten E. Warburg und T. Ihmori<sup>1)</sup> ein Instrumentchen, das wohl als die erste Mikrowaage zu bezeichnen ist. Sie bestand aus einem sehr leichten, gleicharmigen Glasbalken, der mit einem Spiegel (behufs Ablesung mittels Fernrohr und Skala) ausgestattet war; die Schneiden stellten die Autoren aus einem Rasiermesser her, es waren also *Stahlschneiden* von sehr kleinem Winkel. Die Belastung konnte bis zu einem Gramm betragen, doch war die Empfindlichkeit von ihr ziemlich abhängig. Betrug die Belastung 0,6 g, so erhielt man mit 0,1 mg Übergewicht einen Ausschlag von 30 Skalenteilen. Eine Erhöhung der Empfindlichkeit machte die Nullage unsicher.

2. Von größtem Interesse für uns sind die Wagen, die ganz nach der Art der feinen Analysenwaage hergestellt werden, die aber durch Verkleinerung der Dimensionen und Anwendung feinsten Schneiden oder Spitzen die notwendige Empfindlichkeit erhalten. Solche Wagen sind schon von verschiedenen hervorragenden Mechanikern gebaut worden, so namentlich von Stückrath<sup>10)</sup>, von Richter<sup>10)</sup> und von Wilh. H. F. Kuhlmann. Zu den Preglschen Elementaranalysen<sup>26)</sup> dient bisher ausschließlich ein Instrument der letztgenannten Hamburger Firma, das auch allein besprochen werden soll.

Die Waage (Fig. 1) besitzt einen etwas über 20 g schweren, massiven Messingbalken von 70 mm Länge, dessen Oberkante mit den für den Reiter nötigen Einkerbungen, 100 an der Zahl, versehen ist; der Balken spielt auf Steinschneiden. Die Empfindlichkeit ist bis zur Maximalbelastung von 20 g konstant. Die Spitze des Zeigers, sowie eine kleine Skala werden mittels eines Zylinderspiegels betrachtet, wodurch es möglich ist, daß ein Übergewicht von 0,1 mg (entsprechend einem Reiterintervall) eine Ausschlagsdifferenz von 10 Teilstrichen hervorbringt<sup>1)</sup>. Bei Beobachtung einiger Umkehrpunkte erzielt Pregl eine Genauigkeit von  $\pm 1/1000$  mg.

Beim Wägen sind viele Vorsichtsmaßregeln notwendig, die nicht im einzelnen besprochen werden können. Erwähnt sei z. B., daß die gläsernen Apparate, welche zur Absorption von Kohlensäure

<sup>1)</sup> 1  $\gamma$  = 1 Mikrogramm = 0,001 mg. Vergl. Die Naturwissenschaften I, S. 921 (1913).

<sup>4)</sup> Die Verschiebung der Ruhelage ist nur halb so groß; aber man beobachtet ja immer die *schwingende* Zunge, d. h. zum allermindesten zwei Ausschläge, die addiert oder subtrahiert werden.

und Wasser dienen, äußerlich nicht getrocknet werden. Man wägt sie vielmehr mit einer Wasserhaut, weil *Pregl* gefunden hat, daß nur diese sich gut reproduzieren läßt. Es sei noch hervor- gehoben; daß die Brauchbarkeit und Genauigkeit der *Pregl*schen Methoden durch eine sehr große Zahl von Bestimmungen erwiesen ist, und daß sie schon in vielen Instituten angewandt werden.

3. Auch die Wage von *Bertram D. Steele* und *Kerr Grant*<sup>15)</sup> besitzt einen auf einer Schneide spielenden Balken; seine Empfindlichkeit wird vor allem durch sein außerordentlich geringes Ge- wicht zustande gebracht. Er wird aus geschmol- zenem Bergkristall verfertigt, für dessen Wahl eine Reihe von Gründen maßgebend waren, z. B. die Unangreifbarkeit durch chemische Agen- tien, das geringe Okklusionsvermögen gegenüber

aufnimmt. Durch Veränderung des Luftdruckes im Gehäuse, d. h. des Auftriebs der Quarzkugel, kann das Gleichgewicht hergestellt werden. Die Wagen haben keinen Zeiger, die Ablesung erfolgt unter Vermittlung eines Hohlspiegels, der am Balken angeschmolzen ist. Sie können, nebenbei bemerkt, nicht im Handel bezogen werden; *Ram- say*, in dessen Laboratorium die Wagen konstru- iert wurden, empfiehlt, sie selbst zu verfertigen, denn nur auf diese Weise lerne man ihre Eigen- tümlichkeiten genau kennen.

4. Kürzlich hat sich *F. W. Aston*<sup>29)</sup> die Er- fahrungen von *Steele* und *Grant* zunutze gemacht, um ein winzig kleines Dasymeter zu konstruieren, das Gasdichtebestimmungen mit einem Aufwand von 0,45 cm<sup>3</sup> Gas (auf Normaldruck bezogen) in sehr kurzer Zeit mit einer Genauigkeit von

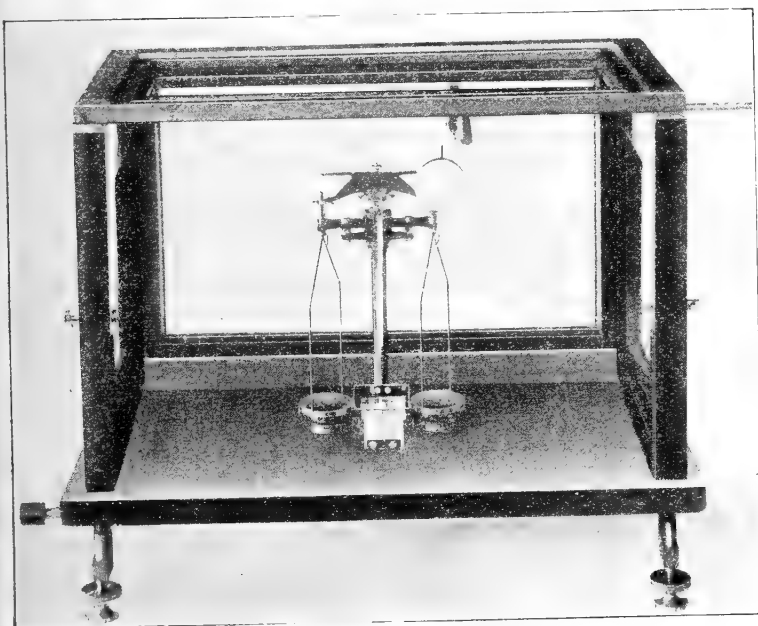


Fig. 1. Kuhlmannwage. 1:5.

Gasen, die große Zugfestigkeit und die Elastizi- tätsverhältnisse, der kleine thermische Ausdeh- nungskoeffizient, die große Homogenität und nicht zuletzt die Möglichkeit, das Material in der Knall- gasflamme leicht bearbeiten (z. B. auch verflüch- tigen) zu können. *Steele* und *Grant* haben zwei Typen von Wagen verfertigt: Typ A zum Messen kleiner *Gewichtsänderungen*, z. B. an radioaktiven Stoffen, Typ B zur Bestimmung des absoluten Gewichts von Massen bis zu etwa 0,1 g. Die Emp- findlichkeiten betragen bzw.  $2 \times 10^{-3} \gamma$  und 0,1  $\gamma$ .

Die nachstehende Fig. 2 gibt eine beiläufige Vorstellung von der Einrichtung der Wagen. Der Balken A besitzt links ein Gegengewicht, rechts hängt die hohle Quarzkugel  $\alpha$ , deren Inhalt, eine genau bekannte Luftmenge (z. B. 0,008 cm<sup>3</sup>), ge- wissermaßen als Gewichtseinheit dient. Darunter befindet sich das Schälchen  $\beta$ , welches die Last

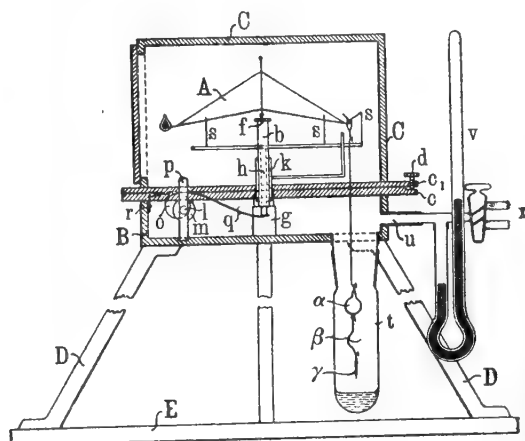


Fig. 2. Mikrowage von Steele u. Grant. 1:4.

0,1 % auszuführen erlaubt. Die Empfindlichkeit des auf einer Schneide spielenden Quarzbalkens beträgt normal 0,04  $\gamma$ , sie kann aber auf 0,004  $\gamma$  gebracht werden. Die Ablesung geschieht an einem Zeiger, der vor einer Skala spielt und mittels eines Mikroskops betrachtet wird.

5. Zu den Hebelwagen gehört endlich noch die Nernstsche Mikrowage. Den Anlaß zu ihrer Konstruktion boten Gasdichtebestimmungen, die nach dem Viktor Meyerschen Luftverdrängungs- verfahren mittels einer kleinen Iridiumbirne aus- geführt wurden<sup>4), 5)</sup>, die *Nernst* in einem elek- trischen Kurzschluß- (Iridium-) Ofen auf 2000 °C erhitzte. Die Nernst wage hat nach und nach ver- schiedene Abänderungen erfahren, und wir müssen uns darauf beschränken, nur ein und das andere Modell zu beschreiben. Beispielsweise ist in mei- nem Institut eines gebräuchlich, an dessen Kon- struktion namentlich Dr. *Donau* beteiligt er-

scheint<sup>20), 28)</sup>. In der Fig. 3 bedeutet *AB* einen leichten Glasbalken, der mittels Schellack oder Selen an dem Quarzfaden *Q* aufgekittet wird. Die Wage erinnert damit an eine schon im Jahre 1895 von *Ångström* gebaute Mikrowage<sup>2)</sup>. Der Zeiger *Z* spielt vor einer Glasskala, die Ablesung wird durch ein kleines Fernrohr oder besser durch ein Mikroskop vermittelt, das nach der Objektseite hin telezentrisch gemacht ist<sup>33)</sup>. Zur Aufnahme der Substanz dient ein kleines Platinschälchen *S* mit angeschweißtem Bügel; dieser wird an einem Haken aufgehängt, dessen Ende im Punkte *B* mittels eines sehr dünnen Quarzfadens am Balken angekittet ist. Das Schälchen *S* führt man mittels eines langstieligen Metallöffels durch die Öffnung *T* ein, die während der Wägung mittels des Schiebers *V* verschlossen ist. Das Gewicht eines Objekts wird in der Regel aus dem Ausschlag des Zeigers entnommen; da aber Ausschlag und Übergewicht nur in einem Teil der

einem Modell bis auf 0,1  $\gamma$  gebracht werden, bei einem etwas einfacher gebauten begnügte man sich mit dem Betrage von 0,3  $\gamma$ . Das betreffende Instrument ist nebenstehend in Fig. 4 abgebildet. — Zahlreiche mit den Wagen ausgeführte „Rückstandsbestimmungen“ beweisen die Brauchbarkeit von Apparat und Methode. Der Materialverbrauch bewegt sich hierbei zwischen 0,3 und 0,03 mg, d. h. man kann z. B. auch mit Mengen arbeiten, die die gewöhnliche Analysenwage nicht mehr anzeigt.

7. Ein Modell von einer noch größeren Empfindlichkeit beschrieb *E. H. Riesenfeld* in einer Abhandlung<sup>32)</sup>, die annähernd gleichzeitig mit der Beschreibung der letzterwähnten Wagen erschienen ist. Er stellt sein Instrument in einem sehr gleichmäßig temperierten (Keller-) Raum auf, benutzt Spiegelablesung mit Fernrohr und Skala und hängt die Last an einem neuartigen Gehänge, der „Torsionsschneide“, auf. Dabei wird der Bal-

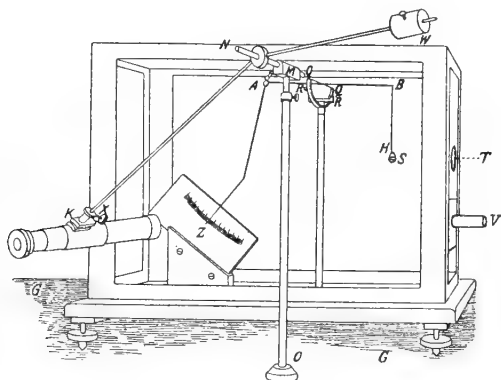


Fig. 3. Abgeänderte Nernstwage. 1:6.

Skala proportional sind, muß die Wage vor dem Gebrauch geeicht werden<sup>4)</sup>.

Es hat sich herausgestellt, daß man mit diesem Modell eine Empfindlichkeit von 2–3  $\gamma$  erreichen kann; bei größerer Empfindlichkeit stören die Schwankungen der Nullage, die vor allem durch Luftströmungen im Gehäuse hervorgerufen werden. Diese Tatsache führte zur Konstruktion eines anderen Typs, der im folgenden Absatz beschrieben wird.

6. Mit Rücksicht auf die Erfahrungen von *Steele* und *Grant* wurde das relativ große Glasgehäuse durch ein kleines Metallgehäuse ersetzt<sup>33)</sup>. Der Balken ist ein leichtes, gerades, annähernd horizontales Quarzglasstäbchen, dessen linker Arm als Zeiger dient. Durch Einführung einiger weiterer Verfeinerungen, wie gravierte (nicht geätzte) Skala und Okularschraubenmikrometer beim Ablesemikroskop, konnte die Empfindlichkeit bei

<sup>4)</sup> Bezugsquelle für die gewöhnliche Nernstwage: Spindler & Hoyer, Göttingen.

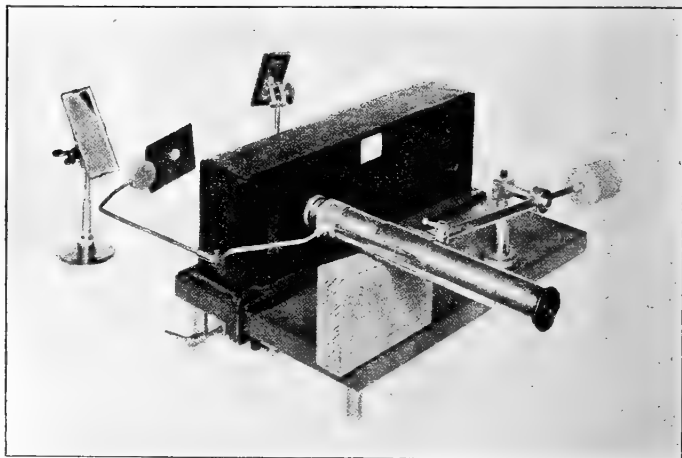


Fig. 4. Hohempfindliche Nernstwage. 1:7.

ken an dem einen Ende gabelförmig geteilt und zwischen die beiden Zinken der Gabel ein Quarzfaden gespannt. Auf diesem Faden hängt ein weiterer Quarzfaden, der erst die Last trägt. Nun gelingt es, die Wägungen bis auf 0,03  $\gamma$  auszuführen, und damit ist vorderhand die größte Empfindlichkeit bei einer Wage erreicht, die zu Gewichtsbestimmungen dient (die höhere Empfindlichkeit des Typs A der Wage von *Steele* und *Grant* kommt nicht in Betracht, da dieses Instrument wesentlich nur zur Feststellung von Gewichtsänderungen verwendet wird<sup>4)</sup>).

#### B. Federwagen.

8. Die älteste Federwage, welche zur Bestimmung sehr kleiner Massen benutzt wurde, ist die Glasfadenwage von *Enrico Salvioni*<sup>3)</sup>. Die bei-

<sup>4)</sup> Unter den Mikrowagen, welche in der Literatur unter ähnlichem Namen aufgeführt werden, wäre noch die „mikrochemische hydrostatische Wage“ von *P. D. C. Kley* zu erwähnen, die wir aber übergehen, da ihre Empfindlichkeit nur 3 mg beträgt. Vergl. *Behrens, Mikrochem. Analyse*, III. Aufl., S. 262.



läufig 10 cm lange, 0,1 mm dicke Glasfeder  $f$  (Fig. 5) ist etwa horizontal eingespannt; ihre Durchbiegung, die wesentlich der zu wägenden Masse proportional eintritt, wird in dem Mikroskop  $M$  gemessen, das mit einem Okularmikrometer ausgestattet ist. Das Instrument zeigt etwa 1  $\gamma$  an; es wurde u. a. benutzt, um die Flüchtigkeit des Moschus nachzuweisen.

9. Eine sehr bequeme Wage zur Bestimmung kleiner Massen bringt die Firma *Hartmann & Braun*, A.-G., Frankfurt a. M., unter dem Namen *Torsionsfederwage* in den Handel<sup>30)</sup>. In einem Messinggehäuse (Fig. 6) befindet sich ein sehr leicht drehbarer Balken *a*, der mit einem Zeiger *b* in Verbindung steht. Die Achse des Balkens trägt noch eine magnetisch gedämpfte Aluminiumscheibe behufs aperiodischer Einstellung dessel-

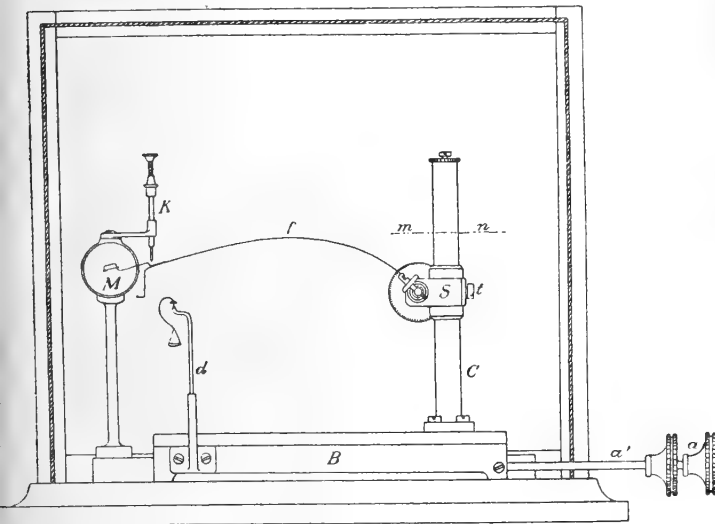


Fig. 5. Mikrowage nach *Salvioni*. 1 : 3.

ben. — Das Einstellen des Skalenzeigers *c* geschieht durch Drehen des Einstellhebels *d*. Die Achse des Skalenzeigers ist mit der Achse des Balkens durch Torsionsfedern gekuppelt, die derart reguliert sind, daß der Zeiger *b* auf den mittleren Strich der *kleinen* Teilung einspielt, sobald der Skalenzeiger auf dem Teilstrich 0 steht. Wird der Wagebalken, z. B. durch Aufhängen eines Bügelschälchens, bei *a* belastet, so sinkt der Zeiger *b*; spannt man aber die Torsionsfeder durch Drehen am Griff *d*, so kann man *b* wieder zum Einspielen auf 0 bringen. Darnach liest man das Gewicht unmittelbar in Milligrammen an der Skala ab. Während der Wägung wird das kleine Metallgehäuse rechts zugeklappt.

Die Wagen werden in sehr verschiedenen Größen gebaut, für unsere Zwecke kommt nur das empfindlichste Modell in Betracht, das einen Wägebereich von 2—6 mg besitzt<sup>1)</sup>, 20  $\gamma$  abzulesen und etwa 5  $\gamma$  zu schätzen erlaubt. Die Wagen

<sup>4)</sup> D. h. z. B. 2 mg Tara (Schälchen) und bis zu 4 mg Substanz.

sind ursprünglich zur Bestimmung des Gewichtes der für Metallfadenlampen verwandten Drähte hergestellt worden; für physiologisch-chemische Zwecke hat sie namentlich *Ivar Bang* (Lund) empfohlen. Die Wagen arbeiten außerordentlich rasch, man soll bei entsprechender Übung bis zu 10 Wägungen in der Minute vornehmen können.

10. Auch mit einer einfachen Spiralfeder von genügender Feinheit kann man gute Resultate erhalten. Die von mir angegebene „Projektionsfederwage“<sup>33)</sup> ist der Jolyschen Wage nachgebil-

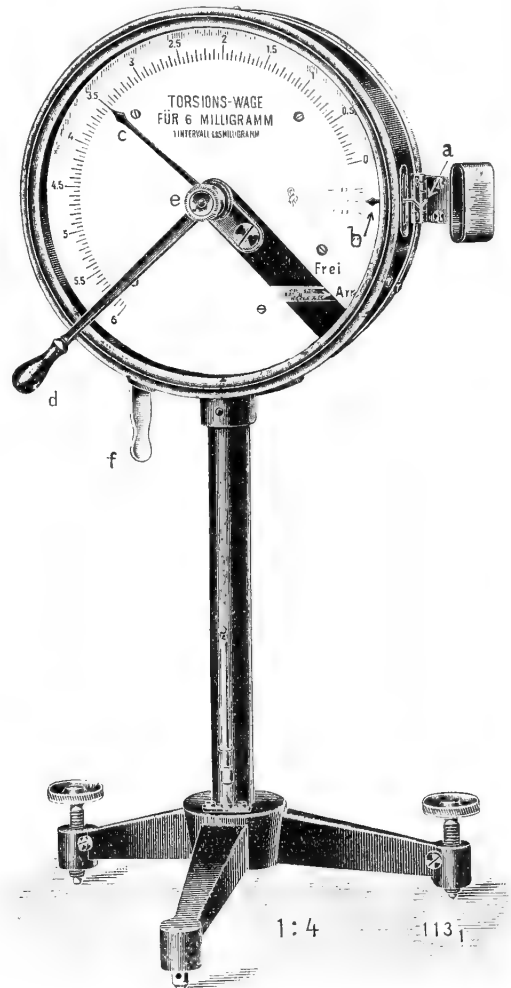


Fig. 6. Torsionswaage von *Hartmann & Braun*. 1 : 4.

det und besitzt die folgende Einrichtung: Die feine Stahlschraube *A* (Fig. 7), aufgehängt im Gehäuse *BD*, trägt ein Drahtdreieck *F*, an dem das Bügelschälchen *G* hängt. Die Marke *K* wird auf eine Skala projiziert, die die Stelle des Projektionsschirmes einnimmt. Das Bügelschälchen wird durch die Tür *L* aus- und eingeführt, das Kugelgelenk *M* ermöglicht die Vertikalstellung des Apparats auf der optischen Bank, die man so weit entfernt von der Skala aufstellt, daß 10 mg einen Ausschlag von 20—40 cm ergeben; man

kann dann einige Zentigramm mit einer Genauigkeit von etwa  $\frac{1}{30}$  mg wägen. Eine Rückstandsbestimmung (z. B. in natürlichem Gips) erfordert nur einige Minuten Zeit und kann als Illustration des Gesetzes der konstanten Proportionen in der Vorlesung gezeigt werden usw.

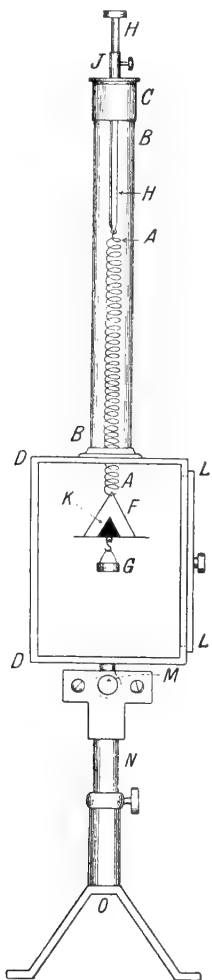


Fig. 7. Projektionsfederwaage. 1:4.

### C. Elektromagnetische Wagen.

11. G. Urbain hat eine Mikrowage angegeben, die eine elektromagnetische Kompensation besitzt<sup>26)</sup> und die gleichfalls ein rasches Arbeiten ermöglicht. Die Empfindlichkeit ist von der Größenordnung 0,01 mg, doch glaube ich, daß sich das Prinzip auch zum Bau weit feinerer Wagen verwerten ließe<sup>1)</sup>.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß wir gegenwärtig über eine Auswahl von Instrumenten verfügen, die zur quantitativen Mikroanalyse benutzt werden können, weil sie Massenbestimmungen bis auf etwa  $\frac{1}{1000}$  Milligramm gestatten. Einige dieser Instrumente sind so einfach gebaut,

daß sie nur bescheidene Mittel erfordern; ihrer Verbreitung steht also kein Hindernis entgegen. Bisher haben die quantitativen Mikromethoden vorwiegend in der reinen und in der physiologischen Chemie Verwendung gefunden, wir können aber erwarten, daß zu diesen Gebieten bald noch andere hinzukommen werden.

### Literatur.

(In chronologischer Reihenfolge.)

- <sup>1)</sup> E. Warburg und T. Ihmori, Ann. d. Phys., N. F. 27, S. 481 (1886).
- <sup>2)</sup> Ångström, Svensk. Vetensk. Selsk. Förhandling 1895, Stockholm Nr. 9, S. 643.
- <sup>3)</sup> E. Salvioni, Misura di masse comprese fra  $10^{-1}$  e  $10^{-6}$ , Messina 1901. Vergriffen. Ausführl. Inhaltsangabe bei Lenz (27).
- <sup>4)</sup> W. Nernst, Nachrichten der k. Ges. d. Wissenschaften Göttingen, 1902, Heft 2; Z. f. Elektrochemie 1903, 622.
- <sup>5)</sup> W. Nernst und E. H. Riesenfeld, B. d. D. ch. Gesellsch. 36, 2086 (1903).
- <sup>6)</sup> O. Brill, daselbst 38, 140 (1905).
- <sup>7)</sup> O. Brill, Z. anorgan. Ch. 45, 275 (1905).
- <sup>8)</sup> O. Brill, Z. anorgan. Ch. 47, 464 (1905).
- <sup>9)</sup> E. H. Riesenfeld, B. d. D. ch. Gesellsch. 39, 381 (1906).
- <sup>10)</sup> W. Felgentraeger, Theorie, Konstruktion und Gebrauch d. feineren Hebelwaage, Leipzig u. Berlin 1907.
- <sup>11)</sup> O. Brill und Evans, Journ. Chem. Soc. 93, 1442 (1908).
- <sup>12)</sup> H. v. Wartenberg, B. d. D. ch. Gesellsch. 42, 1126 (1909).
- <sup>13)</sup> F. Emich und J. Donau, Monatsh. f. Ch. 30, 745 (1909).
- <sup>14)</sup> O. Brill, Verhdlgen. d. Ges. D. Naturf. u. Ärzte, 81. Vers. Salzburg, I. T., 124 (1909).
- <sup>15)</sup> B. D. Steele und K. Grant, Proc. Roy. Soc. London, A, 82, 580 (1909).
- <sup>16)</sup> F. Emich, B. d. D. ch. Gesellsch. 43, 10 (1910).
- <sup>17)</sup> F. Emich, Naturwissenschaftl. Rundschau 25, 585, 624 (1910).
- <sup>18)</sup> Gray und W. Ramsay, Proc. Roy. Soc. A, 84, 536 (1910).
- <sup>19)</sup> F. Pilch, Monatsh. f. Ch. 1911, 21.
- <sup>20)</sup> F. Emich, Lehrbuch d. Mikrochemie, Wiesbaden 1911.
- <sup>21)</sup> K. Scheel, Grundlagen d. prakt. Metronomie, Braunschweig 1911.
- <sup>22)</sup> F. Emich, Cöthener Chem.-Ztg. 1911, S. 637.
- <sup>23)</sup> J. Donau, Monatsh. f. Ch. 32, 31, 1115 (1911).
- <sup>24)</sup> J. Donau, Monatsh. f. Ch. 33, 169 (1912).
- <sup>25)</sup> F. Pregl, Abderhaldens Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden, V. Bd., S. 1307. Wien und Berlin 1912.
- <sup>26)</sup> G. Urbain, Compt. rend. 154, 347 (1912).
- <sup>27)</sup> W. Lenz, Apoth.-Ztg. 1912, Nr. 21/23.
- <sup>28)</sup> J. Donau, Arbeitsmethoden d. Mikrochemie, Stuttgart 1913.
- <sup>29)</sup> Aston, Proc. Roy. Soc. London, A, 89, 439 (1913).
- <sup>30)</sup> Hartmann & Braun, „Im Laboratorium“, Warmbrunn, Quilitz & Co., Berlin, April 1913.
- <sup>31)</sup> F. Emich, Cöthener Chem. Ztg. 1913, S. 1461 ff.
- <sup>32)</sup> E. H. Riesenfeld und H. F. Möller, Z. f. Elektrochemie 1915, 131, 137.
- <sup>33)</sup> F. Emich, Monatsh. f. Chemie 36, 407 (1915).
- <sup>34)</sup> J. Donau, Monatsh. f. Chemie 36, 381 (1915).
- <sup>35)</sup> F. Emich, Cöthener Chem. Ztg. 1915, 789.

<sup>1)</sup> Hierüber sind Versuche im Gange.

## Die XVII. ordentliche Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft.

### Die Schottvorschriften des internationalen Vertrages zum Schutze des menschlichen Lebens auf See.

Vortrag von Prof. C. Pagel, Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin.

Auf der sogenannten „Titanic“-Konferenz in London wurde bei der Aufstellung der Schottvorschriften für Handelsschiffe im allgemeinen davon ausgegangen, daß gewisse praktische Anforderungen an die Einrichtungen dieser Schiffe gestellt werden müssen, welche der Schotteinteilung eine natürliche Grenze setzen.

Wegen der in jedem Raum vorhandenen verdrängenden Gegenstände wird stets nur ein Bruchteil des ganzen Raumes von eindringendem Wasser eingenommen werden können. Dieser Bruchteil ist wechselnd und fast immer unbekannt und läßt sich nur durch eine Annahme für die Untersuchung festlegen. Die sogenannte Flutbarkeit eines Raumes ist die erste Bedingung für eine Schotteinteilung und gibt an, welcher Prozentsatz des Raumes geflutet werden kann. Es wurde in London festgesetzt, daß die angenommene Flutbarkeit für Passagier- und Mannschaftsräume sowie für Räume, die dauernd oder vorübergehend leer sind wie Piekis, Trimm tanks und Doppelböden 95 %, für Maschinen- und Kesselräume einschließlich der zugehörigen Kohlenbunker und Doppelböden 80 % und bei Anwendung von Verbrennungsmotoren 85 %, für Laderäume sowie außerhalb des Maschinenraumes liegende Kohlenbunker, Vorrats-, Gepäck- und Posträume, Kettenkasten-, Wellentunnel, Frischwassertanks über dem Doppelboden 60 % betragen soll.

Als Tauchgrenze für ein leck gewordenes Schiff ist eine ideelle, parallel 76 mm unterhalb des Schottendecks verlaufende Linie angenommen worden. Mit Hilfe der Flutbarkeit und Tauchgrenze kann bereits für jedes Schiff diejenige Länge der einzelnen Abteilungen, die flutbare Länge, bestimmt werden, die das Fahrzeug bis zur statthaften Tauchgrenze eintauchen läßt. Bei einem vorliegenden Schiff ändert sich die flutbare Länge naturgemäß mit dem Tiefgang, der Flutbarkeit und der Form des Schiffskörpers. Ist ein bestimmter Tiefgang festgelegt, so werden auch dann noch die Kurven der flutbaren Längen, deren Ordinaten für jeden Punkt des Schiffs die Länge der wasserdichten Abteilung angeben, die zur Hälfte vor, zur Hälfte hinter der Ordinate liegt, je nach der angenommenen, bzw. vorgeschriebenen Flutbarkeit verschieden sein. Diese flutbare Länge ist aber noch nicht die endgültige statthafte Länge der Abteilung oder die Entfernung der einzubauenden wasserdichten Schotte voneinander, sondern muß, um diese selbst für abweichende Schiffsformen zu ergeben, noch durch

Multiplikation mit dem sogenannten Abteilmultiplikationsfaktor, der von der Größe und dem Verwendungszweck des betreffenden Schiffes abhängt, verkleinert werden, wodurch die Reserve an Schwimmfähigkeit erreicht wird, die in den alten deutschen Vorschriften enthalten war. Dabei ist aus Gründen der Stabilität noch die Bestimmung festgelegt, daß in keinem Falle die Länge einer Abteilung 28 m überschreiten darf. Außerdem soll innerhalb der flutbaren Längen eine weitere Vermehrung der wasserdichten Abteilungen im Vorschiff vorgenommen werden, welches besonders gefährdet ist und daher auch besonders geschützt werden muß.

Der Gedanke, die Stabilität der Schiffe bei überfluteten Abteilungen behördlich zu prüfen und sie als Mittel zur Kontrolle der Schotteinteilung zu benutzen, ist ebenfalls erwogen, jedoch nach eingehender Diskussion mit der Begründung abgelehnt worden, daß der praktischen Durchführung einer solchen Kontrolle große Schwierigkeiten entgegenstehen und ein Bedürfnis für eine derartige Maßnahme nicht anerkannt werden kann. Leckgewordene Passagierdampfer sind fast ausschließlich in aufrechter Lage mit dem Bug oder Heck voran untergegangen und in keinem Falle gekentert. Auch haben alle Untersuchungen der Stabilität von überfluteten Schiffen, sofern wirkliche Verhältnisse zugrunde gelegt wurden, ergeben, daß die vorliegenden Stabilitätsverhältnisse üblicher Konstruktionen durchaus ausreichend sind, so daß diese Frage für die Sicherheit der Passagierschiffe nur von untergeordneter Bedeutung ist.

Die durch die Konferenz festgelegten neuen Vorschriften haben zwar den Nachteil, daß das Verfahren zur Bestimmung der Schotteinteilung gegenüber dem alten deutschen umständlicher ist. Andererseits bildet die erzielte größere Genauigkeit des neuen Verfahrens keineswegs die Ursache der den neuen Vorschriften innewohnenden größeren Sicherheit, da letztere lediglich durch entsprechende Wahl der den wirklichen Verhältnissen besser entsprechenden Faktoren gewonnen worden ist.

Durch die Vorschriften der Konferenz erfährt besonders die Schotteinteilung derjenigen Schiffe eine große Verschärfung, deren Längen unter den bekannten Stufen der alten Bestimmungen liegen. Im übrigen sollen durch dieselben auch nur die Mindestforderungen festgelegt werden, in der Erwartung, daß in den meisten Fällen freiwillig zum Zwecke der Erzielung einer größeren Sicherheit noch über die neuen Vorschriften hinausgegangen werden wird, wofür im Zertifikat eine besondere Zensur erteilt werden soll.

#### Diskussion.

Geh. Reg.-Rat Prof. O. Flamm: Das behandelte Thema ist sowohl für die Schifffahrt wie für den Schiffbau von der größten Wichtigkeit. Es wäre zu wünschen, die Bezeichnung Schnelldampfer und Fracht- und Passagierdampfer, wie dies in weiteren Teilen des

Vortrages geschehen ist, ganz aus der Betrachtung herauszulassen, da man nicht in der Lage ist, diese Schiffe voneinander abzugrenzen. Es ist auch die Absicht der Kommission, dies in Zukunft zu vermeiden.

Bezüglich der Kohlenbunker und Doppelböden dürfte es bei Leckwerden gerade für die Stabilität von außerordentlicher Wichtigkeit sein, den Doppelboden im Bereiche des lecken Teiles nicht dicht zu halten, sondern möglichst zu überfluten.

Bei Festsetzung des Abteilungs-faktors ist man so vorgegangen, daß erst bei einem Frachtdampfer von 174 m Länge und einem Passagierschiff von 150 m ab das Zwei-Abteilungs-schiff eintritt. Da nach den neuen Vorschriften die zulässige Schottenentfernung durch den Abteilungs-faktor zu ermitteln ist, so wird festzustellen sein, welche Flutbarkeit in den alten und neuen Vorschriften sich nach der Richtung als Unterschied charakterisiert.

Durch die Begrenzung der größten statthafter Schottenentfernung auf 28 m dürfte die Stabilität nicht in allen Fällen gesichert sein. Diese hängt vielmehr von dem sogenannten kritischen Tiefgang ab, welcher nicht unterschritten werden darf, ohne bei einer Überflutung unstabile Verhältnisse hervorzurufen. Die Wirkung dieses kritischen Tiefganges läßt sich folgendermaßen ausdrücken. Wenn bei einem Leck infolge Tiefertauchens des Schiffs der Displacementsschwerpunkt schneller nach oben wandert, als infolge Reduktion des Breitenträgheitsmomentes das Metazentrum nach unten sinkt, dann nimmt die Stabilität des lecken Schiffes zu, im umgekehrten Falle dagegen ab. Bei richtiger Einhaltung des kritischen Tiefganges wächst auch die Stabilität mit der Größe der Überflutung. Man kann sogar die Länge der flutbaren Schottkurve auch im Maschinenraum über die 28-m-Grenze hinaus benutzen, ohne die Stabilität zu gefährden.

Daß in letzter Zeit soviel Kriegsschiffe vor ihrem Untergang gekentert sind, dürfte auf jeden Fall dem Verlust der Stabilität infolge des Lecks zuzuschreiben sein. Auch bei diesen könnte es möglich sein, günstigere Verhältnisse zu erreichen, wenn man den bezeichneten kritischen Tiefgang bei der Konstruktion einhalten würde.

Sehr erfreulich ist es, daß die neuen Vorschriften die Form des Schiffes berücksichtigen, worauf Prof. Flamm bereits vor drei Jahren in seinem Vortrage vor der Schiffbautechnischen Gesellschaft gedrungen hat.

Die Längsschotten haben nur dann eine Berechtigung und bilden nur dann keine Gefahr für das Schiff, wenn die von ihnen beiderseits abgegrenzten seitlichen Räume miteinander kommunizieren, eine Ansicht, die Prof. Flamm bereits vor 2½ Jahren in der Öffentlichkeit zum Ausdruck gebracht hat.

Schlußwort des Prof. Pagel: Die Unterscheidung zwischen Schnell- und Fracht-Passagierdampfer ist in Zukunft hinfällig, weil als Kennzeichen der Verwendungszweck eingeführt worden ist, durch den eine exakte zahlenmäßige Unterscheidung aller Gattungen, die überhaupt vorkommen, möglich sein dürfte. Die 28-m-Grenze ist in die Vorschriften aus der bisher allgemein für richtig gehaltenen Auffassung hineingekommen, daß freibewegliche Wassermassen im Schiffe der Stabilität Abbruch tun und daß die damit verbundene Gefahr um so größer wird, je größer die Wassermasse, d. h. je länger die leckgewordenen Abteilungen sind.

Bezüglich der Einhaltung des kritischen Tiefganges

auf Grund einer Kurvenmethode weist Prof. Pagel darauf hin, daß dies im wesentlichen etwas anderes ist, als die früher von Prof. Flamm in jedem einzelnen Fall verlangte individuelle Leckrechnung, wodurch die alte Schottmethode, die die individuellen Eigenschaften der einzelnen Schiffe angeblich nicht genügend berücksichtigt, als nicht ausreichend bezeichnet wurde.

Die Stabilitätsfrage ist besonders deswegen eine schwierige, weil es kaum möglich sein dürfte, zu entscheiden, welches Mindestmaß an Stabilität bzw. an metazentrischer Höhe von einem Schiff in leckem Zustande gefordert werden muß. Diese Frage hat Prof. Flamm auch nicht gelöst, sondern nur die verschiedensten Annahmen gemacht, z. B., daß die metazentrische Höhe eines Schiffes im lecken Zustande 200 mm betragen soll, wenn die Anfangsstabilität des intakten Schiffes 500 mm war. Hiergegen läßt sich der Einwand erheben, daß die metazentrische Höhe kein ausreichendes Kennzeichen für die Kenterbarkeit eines Schiffes ist, wie dies auch Prof. Flamm durch seine Veröffentlichung über die Stabilitätsuntersuchungen der „Titanic“, die ein negatives Anfangsmetazentrum ergeben, nachgewiesen hat.

In allen Fällen von ausgeführten großen Schiffen wird der von Prof. Flamm empfohlene Mindesttiefgang, der die Stabilität sichern soll, bei weitem überschritten, so daß die Stabilität durchaus als gesichert angesehen werden muß. Die Untersuchungen von Prof. Flamm haben einen Mangel an Stabilität an keiner Stelle nachzuweisen vermocht; ein Bedürfnis für eine behördliche Kontrolle der Stabilität dürfte daher nicht vorliegen.

### Materialuntersuchungen unter besonderer Berücksichtigung des Turbinenschaufel-Materials, ausgeführt im Laboratorium der Firma F. Schichau, Elbing.

Vorgetragen von Oberingenieur Carl Roth, Elbing.

Die Firma F. Schichau, Elbing, hat, um den wachsenden Ansprüchen an die tadellose Beschaffenheit der im Schiff- und Maschinenbau verwendeten Materialien gerecht zu werden, ein Laboratorium für Materialuntersuchungen eingerichtet, das sowohl die allgemein übliche physikalische Prüfung als auch eine chemische Untersuchung der zur Verwendung gelangenden Metalle und Baustoffe vornimmt. Sowohl die Konstruktions- als auch die Betriebsabteilungen stellen dem Laboratorium ihre Aufgaben, welches dieselben unter Voraussetzungen und Verhältnissen zu lösen hat, die den im Betrieb auftretenden Bedingungen möglichst nahekommen, so daß die Ergebnisse direkt verwendet werden können. Demgemäß sind die Hauptaufgaben des Laboratoriums die folgenden:

1. die laufende Abnahme des Materials;
2. Untersuchungen von Stoffen, die bei der Verarbeitung oder im Betrieb Schwierigkeiten oder Fehler ergeben;
3. Prüfung von Materialien, um für die Konstruktion, Herstellung oder Verarbeitung die nötigen Grundlagen zu schaffen;

4. Untersuchungen einzelner zusammengebaute Teile, die eingehende Beobachtungen erforderlich machen.

Da das im Dampfturbinenbau verwendete Baumaterial besonders sorgfältiger Auswahl bedarf, so sind die hierauf bezüglichen Untersuchungen von dem Vortragenden besonders berücksichtigt. Das Material für Turbinenbeschaukelung hat eine für den Verwendungszweck speziell geeignete Querschnittsform, so daß die Zerreißversuche mit den von dem normalen Probestab abweichenden Formen sich besonders interessant gestalten. Die Ergebnisse zeigen, daß die Profilformen ohne Einfluß auf die Festigkeit sind, die Dehnung jedoch vergrößern oder verkleinern, je nach dem Verhältnis der Breite zur Dicke der Profile und der Ausschärfung. Auch der Einfluß der Glühtemperaturen und im besonderen zu starken Ausglühens von Schmiedestücken wird dargelegt. Die richtige Wärmebehandlung hat auf die Schlagfestigkeit des Materials vor allem Einfluß, so daß dynamisch beanspruchte Bauteile hierauf zu untersuchen sind.

Die Untersuchung von Weißmetalllegierungen war mit Rücksicht darauf notwendig geworden, daß sich einander ähnliche Lager im Betrieb nicht gleich gut bewährten. Es zeigte sich, daß bei langsamer Abkühlung die einzelnen Kristalle größer werden als bei rascher Abkühlung und hierauf beim Guß Rücksicht zu nehmen ist.

Den Hauptgegenstand des Vortrags bilden die Untersuchungen des Schaukelungsmaterials für Dampfturbinen in bezug auf die verschiedenen Arbeitsausführungen und Konstruktionsarten. Fast jede Operation, die an dem Material bis zum Einbau in die Turbine vorgenommen wird, unterlag der Betrachtung. Durch die Lötung der Versteifungsdrähte oder durch das Aufnieten von Deckbändern ergeben sich Veränderungen des Materials beim Zusammenbau der Beschaukelung, die von Einfluß auf die Dauerhaftigkeit der Verbindung sind. Diesen Untersuchungen von Einzelheiten durch Zerreiß- und Biegeversuche schlossen sich solche mit Dauerbeanspruchungsmaschinen an, wobei die gewonnenen Ergebnisse an zusammengesetzten Bauteilen (Schaukelsegmenten) nachgeprüft wurden. Die Erscheinungen von Drahtbrüchen beruhen größtenteils auf Biegebeanspruchungen, hervorgerufen durch die Schwingungen der Schaukeln. Um einen Bruch zu vermeiden, darf im dauernden Betrieb die Belastung ein gewisses Maß nicht übersteigen, und diese Belastung liegt wesentlich tiefer, als sich beim gewöhnlichen Zerreiß- oder Biegeversuch ergeben würde. Ferner geht aus diesen Versuchen hervor, daß durch den Verband mehrerer Schaukeln, sei es durch Deckung oder durch eingelöteten Draht, eine wesentliche Versteifung gegenüber der einzelnen Schaukel erzielt wird, daß jedoch dieser Festigkeitsgewinn bei dem Segment mit eingelötetem Draht wieder verloren geht, während er bei eingekietetem Deckring bis zu den höchsten Be-

lastungen gewahrt bleibt. Segmente mit Bi-Metalldrahtbindung zeigten sich denjenigen mit Messingdraht unterlegen, wie überhaupt sich nach den Versuchen des Vortragenden die Segmentbeschaukelung der Zwischenstückbeschaukelung, d. h. der ununterbrochenen Hintereinanderreihung der Schaukeln, überlegen zeigte, so daß am Schluß der Vortrag in den beiden Forderungen gipfelte:

1. Lötungen an Turbinenbeschaukelungen soviel wie möglich zu vermeiden;
2. nur Segmentbeschaukelung auszuführen.

#### Diskussion.

Da eine stattliche Anzahl von Schiffswerften sich die Herstellung von Dampfturbinen angelegen sein läßt, auch die Kaiserliche Marine an dem Thema ein erhebliches Interesse hatte, so ergab die Aussprache einige wertvolle neue Gesichtspunkte.

Herr Marineoberbaurat Krell (Berlin): Auch an anderen Stellen sind ähnliche Versuche vorgenommen worden. Es hat sich gezeigt, daß Materialprüfungen allein nicht genügen. Man hat daher fertig zusammengebaute Schaukelsegmente usw. direkt geprüft. Hierbei sind Abweichungen gegenüber dem Vortragenden festgestellt. Vier Punkte seien hervorgehoben:

1. Einfluß der Lötung durch Ausglühen des Schaukelmaterials: die Festigkeit nimmt ab, die Dehnung steigt an; dies ist praktisch ohne Bedeutung, da immer noch 300-fache Sicherheit vorhanden ist, selbst wenn Zufallsbeanspruchungen berücksichtigt werden; dies gilt sowohl für die Kopfnietung als auch für die Lötung der Drähte.

2. Die Verwendung des Bi-Metalldrahtes gegenüber dem Messingdraht hat im allgemeinen eine Überlegenheit des letzteren nicht ergeben; hierin kann man jedoch den einzelnen Firmen freie Hand lassen.

3. Zur Frage, ob Drahtbindung oder Deckbandbindung die günstigste sei, muß bemerkt werden, daß die Verbiegung der Schaukeln durch die axiale Strömung des Dampfers von erheblich größerem Einfluß ist als die Wirkung der Zentrifugalkraft. Diese Biegebelastungsversuche sind überreichlich vorgenommen worden und haben Ergebnisse geliefert ähnlich denen des Vortragenden. Im Betrieb dürfte die drahtgebundene Schaukel als die steifere anzusehen sein, und man sollte das bequeme Mittel des Lötens benutzen und weiter ausbilden.

4. Bei der Frage, ob Kopfbindung oder Drahtbandbindung, ist zu berücksichtigen, daß Biegebeanspruchungen in den Kopf nicht hineinkommen, es bleiben nur die Zufallsbeanspruchungen durch Schwingungen, Wasserschlag usw. Auch hier liegen viele Versuche vor. Leider lassen sich nur aus einzelnen Beobachtungen der nachträglich geöffneten Turbine Schlüsse über die Natur der Schwingungen ziehen, die von den Dampfimpulsen oder von den Schiffschwingungen herrühren können. Hier sind mit Teilnahme des Reichs-Marine-Amts Versuche gemacht worden mit vollem Segment von 1— $\frac{3}{4}$  m Länge. Es gelang, durch Luftimpulse die Schaukeln zum Schwingen zu bringen. Schaukeln von 400—500 mm Länge schwingen bei 1600—3600 Impulsen pro Minute. Die Amplitude war nicht größer als ca. 10 mm nach jeder Seite. Dies genügt zur Überbrückung der vorhandenen Spielräume. Der Kopfdraht brach niemals, ebenso wenig die Zwischendrähte, nachdem sie richtig bemessen waren. Deckband hielt bis auf einen Fall



ebenfalls gut. Das Ergebnis beweist Gleichwertigkeit beider Befestigungsarten.

Alle diese Versuche sind Gewaltsbeanspruchungen: die reinen Festigkeitsrücksichten sind allein nicht maßgebend. Die Hauptrücksichten liegen auf dem Gebiet des Schleifens, sowohl radial als auch axial. Deckbänder sind bei radialem Schleifen gefährlicher. Es bleibt die Frage: Segmentbeschaukelung oder Zwischenstückbeschaukelung? Bei der Segmentbeschaukelung wird der Schaufelfuß an der gefährlichen Stelle erheblich geschwächt, während bei der Zwischenstückbeschaukelung das Profil in seiner ganzen Breite erhalten bleibt, und tatsächlich haben die Versuche des Reichs-Marine-Amts eine Überlegenheit der Segmentbeschaukelung nicht ergeben. Schwierigkeiten in der Arbeitsmethode der Zwischenstückbeschaukelung bestehen jetzt nicht mehr und auch die letzten Schwierigkeiten werden sicher durch die gemeinsame Arbeit von Marine und Industrie behoben werden können.

Herr Direktor Dr. *Bauer* (Hamburg): Es ist notwendig, die Naturgesetze immer eingehender zu studieren, denn alle oberflächlichen Bemühungen müssen erfolglos bleiben. Redner weicht daher nur in Details vom Vortragenden ab. Versuche sind in großer Zahl angestellt, deren Resultate bei dem Reichs-Marine-Amt als Zentralstelle zusammengefloßen sind. Es handelt sich um statische und dynamische Erprobung. Die ersteren können nicht zu Beanstandungen führen, denn die Beanspruchungen des Betriebs sind minimal gegenüber denen an der Proportionalitätsgrenze. Den dynamischen Beanspruchungen, den Schwingungen, sucht der Vulkan durch Verstrebungsdrähte, die eingelötet sind, gerecht zu werden. Hierbei hat sich bei der gefährlicheren niedrigen Frequenz keine Resonanz eingestellt. Die Ausschläge waren ganz minimal. Dagegen traten bei höherer Frequenz wieder Ausschläge wie früher auf. Es ergab sich aber hierbei kein Unterschied zwischen Deckband und Kopfdraht.

Ob die verstreuten Schaufelsegmente praktisch verwertbar sein werden, ist noch nicht festgestellt. Das Zugrundegehen einer Turbine ist auf das plötzliche Aufflackern der kritischen Resonanz infolge einer Zufälligkeit zurückzuführen. Hierbei tritt bleibende Deformation ein. Beim Umkehren der Drehrichtung haken dann die Schaufeln ineinander und die Zerstörung ist fertig. In dieser Richtung muß weiter gearbeitet werden. Es kann zusammenfassend gesagt werden: Bandagenbindung und Drahtbindung sind bei sachgemäßer Ausführung gleichwertig. Die Einzelbeschaukelung ist der Segmentbeschaukelung vorzuziehen und schließlich, daß die schnellaufende Turbine zur Einführung zu bringen ist. Der Wert eines Laboratoriums kann hierbei nur hervorgehoben werden.

Herr *Roth* (Schlußwort): Auch in der Einzelbeschaukelung stehen der Firma Schichau große Erfahrungen zur Seite. Im Dauerversuch treten Drahtbrüche ein, die Schwingungszahlen gehen herunter. Der Einfluß der Lötung ist immerhin erheblich, trotz der Einwendungen der Vorredner, was aus der allgemeinen Einführung der Leuchtgaslötung erhellt. Es bedingt auch einen Unterschied, ob der Arbeiter unter günstigen Verhältnissen die Lötung in der Werkstatt ausführt oder aber in liegender Stellung im Turbinengehäuse. Im Gegensatz zu Herrn Oberbaurat *Krell* können die Drähte als Kopfband nicht so stark gemacht werden, daß ein Bruch vermieden würde. Die Ergebnisse, die der dynamische Versuch zeitig hat,

sind durch die Dauerversuche bestätigt worden. Jedenfalls hat die Firma Schichau ohne Anregung von anderer Seite und ohne fremde Unterstützung ihre Versuche durchgeführt.

(Schluß folgt.)

## Zoologische Mitteilungen.

Ein sehr verdienstliches Unternehmen hat der Forstbotaniker *A. Möller* in Eberswalde mit der **Herausgabe von seines Onkels Fritz Müllers Werken, Briefen und Leben** begonnen. Bisher ist der erste Band erschienen, der auf über 1500 Seiten die schon publizierten Arbeiten in neuem, würdigem Gewande umfaßt. Es sind ihrer 248; davon besteht allerdings ein Teil aus kurzen Notizen oder Bruchstücken von Briefen an *Darwin*, *Hermann Müller*, *Hildebrand* usw., aber auch diese tragen alle den Stempel ihres Autors, verraten also in jeder Zeile den ebenso sorgsam und vorurteilsfreien Beobachter wie den scharfen Denker, als der ja *Müller* wohl den meisten Biologen bekannt ist. Aus diesem Lebenswerk *Müllers* läßt sich auch in großen Zügen sein Lebenslauf erkennen. Die ersten 11 Arbeiten datieren noch von Greifswald oder Berlin; damals führte *Müller* den Vornamen Friedrich und wandelte ihn erst später in Fritz um, unter dem er dann so berühmt wurde. Das war vor 1848. Als er nun auswanderte — er deutet die Gründe für diesen Exodus selber an, wenn er 1859 eine neue Quelle nach *Carl Vogt* benennt, da er in ihm „neben dem geistvollen Naturforscher zugleich den rüstigen Kämpfer für die Prinzipien verehere, deren Unterdrückung auch ihn aus der alten Heimat scheuchte und eine neue an den gastlichen Gestaden von Santa Catharina suchen ließ“ —, entstand natürlich eine Pause in seiner wissenschaftlichen Tätigkeit. Denn wo waren drüben, in Brasilien unter dem 27.—28.° südlicher Breite auf einer kleinen Insel wohl Mikroskop und Bücher für ihn vorhanden? Aber er wußte sich zu helfen: in Ermangelung jenes stellte er z. B. das Vorhandensein von Flimmerepithel auf der Haut der Landplanarien fest, indem er einer großen Geoplane ein wenig Arrowrootmehl auf den Rücken streute und sich dann langsam in bestimmten Richtungen bewegen sah. Die Arbeit, worin er diese und andere Beobachtungen mitteilt, wird bei der Veröffentlichung in den Haller Abhandlungen von *Max Schultze* eingeleitet, und es berührt heute merkwürdig, wenn man liest, daß *Schultze* im Jahre 1856 den Sammlern zur Aufbewahrung der Turbellarien und anderer zarter Tiere an Stelle des Alkohols eine schwache Lösung von Kaliumbichromat (1—2 Gramm auf 1 Unze Wasser) warm empfiehlt. Ein Mikroskop erhielt *Müller* erst im Jahre drauf von befreundeter Hand, indessen selbst dieses erlaubte ihm keine feineren Untersuchungen, wie er mit Bedauern mal selber ausspricht. Eine ganze Reihe anderer Schriften folgen, die sich alle mit der Fauna der genannten Insel beschäftigen und ihren Verfasser den Fachgenossen vorteilhaft bekannt machen; sie sind von Desterro (dem jetzigen Florianopolis) oder Itajahy (auf dem Festlande) datiert, wie noch viele der späteren. Schon 1864 aber wird in Leipzig das Werk veröffentlicht, das zuerst die Augen weiterer Kreise auf *Fritz Müller* lenken sollte, nämlich: Für *Darwin*. Trotz seinem sehr bescheidenen Umfange (nur 91 Seiten mit 67 Textabbildungen, keine Tafeln!) übte es eine bedeutende Wirkung aus, wurde auch schon 1869 ins Englische übersetzt. Der Mangel an Fachliteratur war im An-

fang ja recht fatal: sie ließ sich in der „literarischen Einöde“, wie er 1862 sagt, nur schwer beschaffen, und ich bewahre noch den Brief vom 23. 4. 83 auf, worin er sich bei A. Dohrn und mir für die Nachricht bedankt, daß ihm regelmäßig die Mitteilungen der Neapler Zool. Station und der Zool. Jahresbericht zugehen solle. Später allerdings flossen ihm in dem Maße, wie er in der zoologischen und botanischen Fachwelt, und nicht nur in dieser, mehr und mehr bekannt wurde, die literarischen Quellen reichlicher, aber stets hatte er unter dem Umstande zu leiden, daß mit wenigen Ausnahmen alles aus seiner Feder in Europa gedruckt werden mußte, was eine sorgfältige Korrektur durch ihn ja ausschloß. So schlichen sich denn manche Fehler ein, an denen er unschuldig war. Davon hier nur ein Beispiel: ich hatte 1877 an einer Abbildung in seinem Buche für *Darwin* einen Irrtum bemerkt und gerügt. Am 10. 1. 80 schrieb er mir, der falle nicht ihm, sondern dem Holzschneider zur Last, und er legte mir die Originalzeichnung ein, die in der Tat ganz exakt ist!

Der ersten botanischen Arbeit begegnen wir unter Nr. 43, und anfangs sind ihrer nur wenige, mit der Zeit jedoch wandte er sich immer intensiver der Beobachtung der Landpflanzen zu. Besonders zogen ihn ihre Befruchtung und Bastardierung an, und seine zahlreichen Versuche führten ihn auch hier zu wichtigen Ergebnissen. Charakteristisch für ihn als geborenen Naturforscher ist die Stelle, womit er seine Angaben über die Befruchtung der *Martha fragrans* (Nr. 45) einleitet: „Auf einem Spaziergange traf ich vor kurzem einen Strauch, der mit weißen, herrlich duftenden Blumen geschmückt war. Es fiel mir auf, daß ich in den großen, weitgeöffneten Staubbeuteln keine Spur von Blütenstaub bemerkte. Dies veranlaßte mich zu einer näheren Untersuchung . . .“. Und nun rückt er seinem Probleme in jeglicher Weise, sogar mit mathematischen Formeln auf den Leib und ruht nicht eher, als bis er gezeigt hat, nicht nur wie die Blüte regulär befruchtet, sondern auch wie ihre Befruchtung mit dem eigenen Pollen verhindert wird. Als er dann definitiv nach der deutschen Kolonie Blumenau übersiedelte und ein Haus mit Garten und Wald sein eigen nannte, befaßte er sich immer mehr mit dem Studium der dortigen Fauna und Flora. Unter den Tieren fesselten seine Aufmerksamkeit besonders die Insekten, und darunter in erster Linie die Termiten, Bienen, Schmetterlinge, Feigenwespen und Phryganiden, aber auch der Süßwasserfauna wandte er sein Augenmerk zu und veröffentlichte mehrere wertvolle Arbeiten über die Krebstiere, von denen er eine Art sogar in den Wasserlachen zwischen den Blättern der Bromelien, die sich auf den Bäumen des Urwaldes ansiedeln, entdeckte. Die Bromelien selber waren ihm überhaupt sehr ans Herz gewachsen, und im hohen Alter kehrte er ganz zu seiner „Jugendliebe, der Botanik“ zurück. Postum erschienen von ihm noch 1899 die Beobachtungen über die Meeresfauna von S. Catharina, die er 1884 und 85 im Auftrage des Nat. Museums in Rio, dessen „Naturalista viajante“ er damals und noch später war, und in Begleitung seines Bruders, des Greifswalder Zoologen, angestellt hatte.

Ich bezeichnete es oben als ein großes Verdienst Möllers, die Schriften seines Onkels neu herausgegeben zu haben. Sie sind bisher ungemein zerstreut gewesen: anfangs erschienen sie im Archiv für Naturgeschichte, dann sehr viele von ihnen im Krauseschen Kosmos, in mehreren botanischen und entomologischen Zeitschriften, auch in solchen fremder Zunge, darunter

namentlich in der seiner zweiten Heimat. Und Möller hat sich die selbstgewählte Aufgabe, mit der er sich seit 1897 befaßt, durchaus nicht leicht gemacht, sondern sogar von den portugiesischen, soweit sie nur in dieser Sprache vorlagen, eine fast überall getreue Übersetzung beigefügt, auch den Urtext von manchen sinnstörenden Fehlern befreit, so daß die ziemlich zahlreichen Arbeiten aus den Archiven des Nationalmuseums von Rio nun zum ersten Mal den Fachgenossen bequem und korrekt zugänglich werden. (In dem Bestreben, die Fremdwörter zu vermeiden, ist der Übersetzer nicht immer glücklich gewesen, z. B. wenn er die „estremidade anal“ eines *Balanoglossus* mit Afterglied verdeutscht oder von Bändern der Bauchkette redet statt von Kommissuren oder die Cornea der Insekten mit Augenhornhaut wiedergibt.) Eins nur vermisse ich in den zwei dicken Bänden, und es hätte sich doch ohne große Mühe an den Seitenrändern einsetzen lassen: die genaue Bezeichnung jeder Seite des Urtextes, die jetzt nur am Anfang der Arbeit gegeben wird. Auch das Register („Namen-Verzeichnis“) ist zu knapp und unvollständig; man möge sich im Vertrauen auf seine Angaben ja nicht von weiterem Suchen im Texte abhalten lassen!

Der 2. Band soll die Briefe Möllers bringen und sein Leben schildern. Man darf ihm mit noch größerer Spannung entgegensehen, aber leider ist er nicht vor Ablauf des Krieges zu erwarten.

Im Winter von 1913 auf 14 hat der bekannte Marburger Zoologe E. Korschelt etwa 70 Versuche mit allerlei niederen Land- und Süßwassertieren angestellt, um zu erfahren, wie diese sich bei ziemlich starker Kälte verhalten. So setzte er Regenwürmer in Gräsern voll Erde einer Temperatur bis  $-5^{\circ}$  aus, so daß die Erde fest gefroren war, die Würmer, soweit sie der Glaswand anhiengen, also der Beobachtung zugänglich waren, anscheinend ebenfalls. Sie hielten aber die Kälte zum Teil ohne besonderen Schaden aus und lebten nach dem Auftauen weiter. Im Schlamm wohnende Würmer (*Limicolen*) ertrugen sogar bis zu  $15^{\circ}$  unter Null; allerdings waren einige erfroren und in Stücke zerfallen, die sich natürlich nicht erholten, dafür ließen sich andere mehr als einmal zum Gefrieren und Auftauen bringen, ohne dadurch beschädigt zu werden. Plattwürmer waren sehr hart gegen Kälte bis  $10^{\circ}$ , mindestens ebenso sehr wie die *Limicolen*. Kleine Krebse (*Ostracoden* und *Copepoden*) hielten zum Teil  $-14^{\circ}$  aus, Milben und Mückenlarven, die sich im Bodensatz der Gläser mit befanden, lebten wieder auf, Strudelwürmer, Rädertiere und Rundwürmer taten dasselbe. Eine kleine Muschelart (*Cyclas*) widerstand der Kälte von  $10^{\circ}$ . Bei allen Versuchen starben freilich immer einige Individuen, aber die meisten überlebten das Einfrieren und verhielten sich später ganz normal. (Einzelheiten lese man nach im *Zool. Anzeiger* 45. Bd. 1914 S. 106—120.)

Nach den Beobachtungen, die W. Bönner im *Biologischen Centralblatt* (35. Bd. 1915 S. 35 ff.) veröffentlicht, sind auch Ameisen wenig empfindlich gegen die Kälte. Ein Nest von *Formica picea*, das er im Januar 1914 bei  $-7^{\circ}$  aus einem dänischen Moore ausgrub, enthielt, obwohl es so hart wie Glas gefroren war, ungefähr 100 lebende Arbeiterinnen und 2 Königinnen. An ihnen waren „die Exkremente und andere Eispartikel“ festgefroren, aber die Tierchen waren so geschmeidig wie sonst, erholten sich auch im warmen Zimmer bald. In anderen Nestern wurden sie gleichfalls in dieser Beschaffenheit gefunden. Ein

Freund *Bönners* machte an der gleichen Art ähnliche Wahrnehmungen.

Ein bequemes Objekt zur Beobachtung der **Befruchtung und Furchung** der Eier bildet nach *B. Dürken* in Göttingen der kleine Rundwurm *Rhabditis nigrovirens*, der im Frosche lebt. Man braucht nur die Lungen eines frisch getöteten Frosches in Salzwasser zu zerzupfen, einige Würmer von mittlerer Größe daraus zu isolieren und auf einem Tragglase (Objektträger) so fein wie möglich zu zerschneiden; die dabei herausfallenden Eier bleiben im Salzwasser, wenn es durch ein Deckglas vor dem Verdunsten geschützt wird, zwei Stunden lang am Leben. Man kann sie auch mehreren Beobachtern zugleich vorführen, indem man das Bild im Mikroskope mit einem ziemlich einfachen Apparate auf eine horizontale Fläche wirft. Nur muß man dafür sorgen, daß der Lichtquelle durch ein Filter von Kupfersulfat und Pikrinsäure ihre Wärme- und blauvioletten Strahlen genommen werden, da sonst schon bald die Eier der Wärme- und Lichtstarre verfallen. So lassen sich ohne sonderliche Mühe auch im Binnelande die interessanten Vorgänge in den Eiern wenigstens in ihren gröberen Zügen den Studenten am lebenden Objekte zeigen. (*Zoolog. Anzeiger* 45. Bd. 1915 S. 241—246.)

Im physiologischen Institute zu Graz hat *L. Löhrer* eingehend und mit gutem Erfolge **Versuche mit dem gewöhnlichen Blutegel** (*Hirudo medicinalis*) angestellt. Es handelte sich dabei (s. *Biol. Centralbl.* 35. Bd. 1915 S. 385—393) wesentlich um das Studium der Verdauung auf Grund künstlicher Ernährung. Weil ein Egel das ihm direkt vorgesetzte Blut nie annimmt, so wurde es ihm von *Löhrer* in einem Glasröhrchen dargeboten, das mit einem Stücklein Haut zugebunden war; da, wo der Egel saugen sollte, mußten aber die Haare entfernt und die Haut so dünn gemacht werden, daß er mit seinen Kiefern leicht einschneiden konnte. Auch war es nötig, Röhrchen und Inhalt vorher auf 40° zu erwärmen. Pergamentpapier oder andere Membranen zum Zubinden waren beim Egel nicht beliebt. Defibriniertes Blut und Blutserum wurden auf diese Art willig angenommen. Sollte er aber andere Flüssigkeiten saugen, so wurde er erst an ein Röhrchen mit Serum gesetzt, und dann löste man ganz behutsam die Haut ab und befestigte sie auf dem neuen Röhrchen, meist ohne daß er los ließ. Gewöhnliche Kochsalzlösung wurde auf diesem Umwege ohne weiteres vom Egel aufgesogen; ein einzelnes Tier konnte davon bis zu 10 ccm in einem Male trinken, schwoll dabei ungemein stark an und wurde so durchscheinend, daß sich sein Nervensystem (der Bauchstrang) gut erkennen ließ. Schon nach wenigen Tagen aber war das Wasser aus dem Darne durch die Haut des Egels nach außen gelangt, und dieser war dann fast so schlank wie zuvor. Auch das Blutserum wird im Darne durch Abgabe von Wasser dicker, ebenso Blut, aber viel langsamer. In dem Salzwasser lassen sich allerlei feine Körperchen als Aufschwemmung darreichen, z. B. Stärke, Holzkohle, Karmin, Lakmus usw. Weniger gern und nur in geringeren Mengen wurden dagegen Brunnenwasser, Zuckerwasser und Milch vom Egel geschluckt; besonders die letztere vertrug er nicht, sondern brach sie je nach der Temperatur des Wassers, worin er gehalten wurde, früher oder später als käsiges Gerinnsel wieder aus. Fein zerriebene Stärke scheint verdaut zu werden, denn nach etwa 1 Monat waren neben unveränderten auch angegriffene Körner vorhanden, wie die Untersuchung des künstlich entleerten Darminhaltes mit dem Mikro-

skope zeigte. Sollte der Egel die aufgenommene und inzwischen veränderte Nahrung zu weiterem Studium wieder hergeben, so wurde er zum Brechen — ein altes Mittel ist ja das Bestreuen des Tieres mit Salz — durch Bepinseln des Kopfes mit gesättigter Kochsalzlösung veranlaßt.

Seit vielen Jahren versuchen die Biologen ab und zu wieder, über die **Rolle des sogenannten tierischen Chlorophylls**, richtiger der einzelligen Algen, die in einigen niederen Tieren leben, Klarheit zu gewinnen. So hatte in ziemlich neuerer Zeit (1904) der Zoologe *A. Gruber* in Freiburg sich eingehend mit einer grünen Amöbe (*A. viridis*) befaßt und gefunden, daß sie trotz ihren Symbionten, den Zoochlorellen, wie man diese Algen nennt, tierische Nahrung von außen aufnimmt, also zwar lange als Pflanze vegetieren kann, jedoch dadurch nicht zu einer reinen Pflanze geworden ist. Im letzten Winter ist es nun dem Botaniker *E. G. Pringsheim* in Halle gelungen, das Pantoffeltierchen *Paramecium bursaria*, das ebenfalls Zoochlorellen in sich birgt, in einer künstlichen Nährlösung am Leben zu erhalten, die nur aus doppelt destilliertem Wasser nebst den Salzen von Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium, Eisen, Ammonium, Schwefel- und Phosphorsäure bestand und ganz von organischen Nährstoffen frei war. Die Infusorien waren mithin auf die Zoochlorellen angewiesen, die ihnen außer dem Sauerstoffe organische Nahrung darboten, und gediehen dabei so gut, daß sie sich rasch und eifrig vermehrten. Dagegen waren die Zoochlorellen außerhalb ihrer Wirte nicht kultivierbar, obwohl *Pringsheim* dies auf verschiedenen Nährböden versuchte, und so ist selbst jetzt noch ihre genauere Stellung im großen Algenstaate unbekannt. Den gleichfalls Zoochlorellen beherbergenden Süßwasserpolyphen *Hydra viridis* vermochte *Pringsheim* nicht, in ähnlicher Weise, also ganz ohne Nahrung von außen her, länger als ein Vierteljahr am Leben zu erhalten. Dieser Polyp ist also sicher auf Fleischkost angewiesen und spricht ihr denn auch ebenso tüchtig zu wie seine nicht grünen Artgenossen. (*Biol. Centralbl.* Bd. 35 1915 S. 375—379.)

Recht interessante Angaben macht *L. Scheuring* im *Biologischen Centralblatte* (35. Bd. 1915 S. 181 ff.) über den **Parasitismus junger pelagischer Fische**, die er auf Helgoland studierte. Er stellt fest, daß die jungen Wittlinge (*Gadus merlangus*) und Stachelmakrelen (*Caranx trachurus*), die bekanntlich unter der Scheibe der großen Haarqualle (*Cyanea*) leben, dies nicht nur tun, um den Schutz der Nesselbatterien zu genießen, sondern auch sich regelrecht von ihren Wirten ernähren. Sie fressen nämlich mit Vorliebe die Eierstöcke nebst den Eiern sowie andere Teile der Quallen, dagegen nicht oder nur in der Notwinzige Tiere aus dem Plankton und jedenfalls nicht, wie früher angenommen wurde, die kleinen Krebsarten, die im Schirme der Quallen hausen. Ob die jungen Fische gegen die Nesselfäden ihrer Wirte nicht empfindlich sind oder ihre Berührung geschickt vermeiden, war nicht sicher zu ermitteln; vielleicht sind sie durch die ziemlich dicke und schleimige Haut geschützt. Übrigens sind dem Verfasser die Angaben von *Lo Bianco* in Neapel (*Mitt. Zool. Stat. Neapel* 19. Bd. 1909 S. 754) unbekannt geblieben, die sich auf das ähnliche Verhalten dortiger Fischlein beziehen: die unter den Glocken von *Cotylorhiza* und *Rhizostoma* hausenden jungen *Stromateus* leben hauptsächlich von diesen beiden Quallen und zehren sie sogar völlig auf. *P. Mayer, Jena.*

## Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

## Zeitschrift für Elektrochemie; Heft 17/18, 1915.

Über die Wärmeleitung in dissoziierten Gasen und über die Dissoziation des Wasserstoffes in Atome; von T. Isnardi. Die Wärmemenge, welche durch einen von einer im Zustand der Dissoziation befindlichen Gasatmosphäre umgebenen Draht verloren geht, kann man vermittels der Nernstschen Gleichungen berechnen. Die Resultate dieser Berechnungen stimmen sehr befriedigend mit den experimentellen Ergebnissen überein. Man kann die entwickelte Theorie benutzen, um die Dissoziationswärme und den Dissoziationsgrad des Wasserstoffes zu berechnen, wenn man die experimentellen Werte seines Leitungsvermögens kennt. Die Dissoziationswärme des Wasserstoffes wurde auf 95 000 bewertet, übereinstimmend mit dem Nernstschen Theorem. Der Dissoziationsgrad des Wasserstoffes wurde mit einem wahrscheinlichen Fehler bis zu 10 % berechnet.

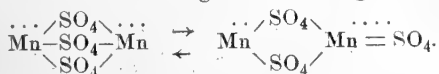
Über die Dissoziation des Wassers in Salzlösungen; von W. Palmaer und K. Melander. Von der Anschauung ausgehend, daß in sehr konzentrierten wässrigen Lösungen von Säuren, Basen und Salzen das Wasser doch als gelöster Körper und der zweite Stoff als Lösungsmittel betrachtet werden sollte, haben die Verf. mit Hilfe von Wasserstoff-Konzentrationsketten untersucht, ob etwa eine vermehrte Dissoziation des Wassers in solchen Lösungen nachweisbar ist. In der Tat fanden die Verf. unter Zuhilfenahme einiger wenigstens sehr wahrscheinlicher theoretischer Annahmen, daß in konzentrierter (11,8-normaler) LiCl-Lösung etwa 240mal so viel Wasserstoffionen wie in verdünnter (1,5-normaler) LiCl-Lösung vorhanden sind, während das Verhältnis der Wasserstoffionkonzentrationen in 10- und 1,7-normaler Chlorcalciumlösung zu 235 gefunden wurde.

Über die Photoaktivität des Blutes; von Walter Gerlach. Die in letzter Zeit wieder erneut aufgetauchte Behauptung, daß Blut nach intensiver Röntgenbestrahlung photographisch nachweisbare Strahlen ausende, wird durch neue experimentelle Versuche geprüft. Es ergibt sich, daß die auf der photographischen Platte tatsächlich erscheinende Einwirkung dem bestrahlten und nicht bestrahlten Blut gleichmäßig zukommt, daß es sich aber nicht um eine Strahlung, sondern um eine chemische Wirkung der von dem Präparat zur Platte gelangenden Dämpfe handelt.

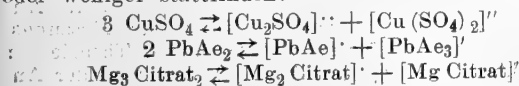
Über die Elektrooxydation von Mangansalzen und einige dabei erhaltene Verbindungen; von M. Sem. Untersucht ist die Elektrooxydation von  $\text{Mn}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$  und  $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ . Bei  $\text{MnSO}_4$  verläuft dieselbe nach dem Schema:



Eine einfache Darstellung von  $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  wird gegeben; das bisher unbekannte Nitrat  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_3$  wurde konstatiert sowohl bei der Elektrolyse als auch bei der Volhardschen Manganprobe. Theoretische Betrachtungen werden angestellt über die Bildung von  $\text{HMnO}_4$  sowie über die Konstitution von Mangansalzen, von denen zwei Modifikationen angenommen werden, die sich in Lösungen das Gleichgewicht halten:



Über einige Fälle komplexer Ionisation mit zwei komplexen Ionen; von C. Blomberg. In den konzentrierten Lösungen treten Abweichungen in E. M. K.,  $\lambda$ ,  $i$ , und Löslichkeit auf, die einer Erklärung bedürfen. Nach dem Beispiel der Ionen-Hydratation nimmt Verf. an, daß folgende Ionisationen in diesen Lösungen mehr oder weniger stattfinden:



Dann wird  $i$  bei  $\text{CuSO}_4$  in  $\frac{N}{I}$ -Lösung gleich 0,78, bei  $\text{PbAc}_2$  1,05; bei  $\text{Mg}_3 \text{Citrat}_2$  2. Die Werte von E. M. K. und  $\lambda$  stimmen mit dieser Annahme überein. Diese Theorie gibt eine dynamische Erklärung für die Bildung der Doppelsalze und erklärt u. m. auch die Möglichkeit des Bestehens von gelösten basischen Blei- und Magnesiumsalzen.

Über einen einfachen Kohlerohr-Kurzschlußofen und einen photographischen Registrierapparat für Temperaturkurven; von E. Jäncke.

Elektrolytische Hydrierung von ungesättigten aliphatischen Säuren; von U. Pomilio. Es wurden ungesättigte Fettsäuren unter genau vergleichbaren Umständen elektrolytisch hydriert und die Reihenfolge ihrer Hydrierbarkeit in wässriger oder alkoholischer Lösung festgestellt. Hieran werden verschiedene Konstitutionsbetrachtungen geknüpft.

## Zeitschrift für Elektrochemie; Heft 19/20, 1915.

Das wahre spezifische Volumen und die Anzahl der Molekeln in homologen Reihen organischer Verbindungen; von W. Herz. In homologen Reihen organischer Verbindungen sinken im allgemeinen die Dielektrizitätskonstanten und die daraus folgenden wahren spezifischen Volumina mit wachsendem Kohlenstoffgehalt. Auch die aus den letzteren Werten berechenbaren Molekelzahlen pro Gramm Substanz, die durch Multiplikation mit den Molekelgewichten annähernd die Avogadro'sche Zahl liefern, zeigen denselben Gang.

Über die Adsorption durch Kohle in alkoholischen Lösungen; von Bror. Gustafson. Die von Schmidt zur Stütze seiner Sättigungstheorie der Adsorption ausgeführten Versuche mit Essigsäure erzeugen durch fehlerhafte Berechnungsweise ein falsches Maximum. Einige Versuche mit Benzoesäure und Phenol, nach einer von Williams angegebenen Methode ausgerechnet, bestätigen, daß  $u_0$  wächst, während  $u_0(1-c)$  (Schmidt) ein Maximum erreicht und bei sehr hohen Konzentrationen abnimmt. Durch eine approximative Berechnung von der adsorbierten Menge Lösungsmittel unter Benutzung von Freundlich's Formel ist eine Versuchsserie über Pikrinsäure in Alkohol mit dieser Formel in guten Einklang gebracht.

Vorlesungsversuch zur Demonstration eines Falles der Abnahme der Reaktionsgeschwindigkeit mit der Temperatur; von A. Skrabal. Die bekannte Landoltsche Zeitreaktion, deren Ablauf sich durch die Bildung blauer Jodstärke aus Jodsäure, schwefliger Säure und Stärkelösung zu erkennen gibt, zeigt das seltene Phänomen der Abnahme der Reaktionsgeschwindigkeit mit der Temperatur, wenn dem Reaktionsgemisch Natriumsulfat und Jodkalium in entsprechender Konzentration zugeführt wird.

Bemerkung zu der Abhandlung von W. Kropp: Ein Versuch von J. J. Thomson über die Dissoziation des Joddampfes beim Durchgange des elektrischen Funkens; von G. C. Schmidt. Der Verfasser holt zu der auf seine Veranlassung unternommenen Arbeit von W. Kropp nach, daß bereits E. P. Perman (Proc. Roy. Soc., London 48, 55 [1890]) nach dem Verfahren der Kundt'schen Schwingungsröhren zu demselben Resultat gelangt ist.

Über Gasgleichgewichte; von H. v. Wartenberg. Zusammenfassender Bericht über Arbeiten über homogene Gasgleichgewichte von Mitte 1913 bis Mitte 1915.

## Zeitschrift für Elektrochemie; Heft 21/22, 1915.

Raumerfüllung und Wärme; von G. A. Hagemann. Die Bildungswärme des Calciumwasserstoffes, 45 600 cal, wird allein von dem Wasserstoff abgegeben, dessen Atom dadurch so klein wird, daß es innerhalb

des Raumes des Calciumatoms Platz finden kann. Wasser, Wasserstoffhyperoxyd und Ozon zeigen ähnliche Raum- und Wärmeverhältnisse. Die Energie 1 g Wasserstoff und 16 g Sauerstoff ist  $57\,000 \text{ cal.} = 5 \times 11\,400 \text{ cal.}$

*Ein Vakuumofen zur Messung kleiner Dissoziationsdrucke;* von R. B. Sosman und J. C. Hostetter. Es wird ein Vakuumofen beschrieben, in welchem bis zu  $1500^\circ$  die Temperatur auf ein Grad konstant gehalten werden kann und der die Messung sehr kleiner Drucke (von  $0,000\,001 \text{ mm}$  Quecksilber bis zu  $3,5 \text{ Atmosphären}$ ) gestattet.

*Zur Magnetochemie innerkomplexer Verbindungen;* von J. Lifschitz und E. Rosenbohm. Die Prüfung der Frage, ob die Bestimmung der magnetischen Suszeptibilität zur Erkennung von Verbindungen mit Nebenvalenzen dienen könnte, ergab ein positives Resultat. Eine Reihe von isomeren Salzen z. B. ergaben gänzlich verschiedene Suszeptibilitäten, wenn die eine Form Nebenvalenzen enthielt, die andere nicht, während andere isomere Verbindungen ohne solche Strukturunterschiede magnetisch sich ähnlich oder gleich verhalten. Die Untersuchung soll fortgeführt werden.

#### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. Oktober 1915.

*Zur Elektronenoptik der Wasserstoffmolekel;* von Adolf Heydweiller.

*Die Wärmekapazität des Wassers zwischen  $5$  und  $50^\circ$  in internationalen Wattsekunden;* von W. Jaeger und H. v. Steinwehr. Das Kalorimeter hatte einen Inhalt von  $50 \text{ Liter}$ . Die elektrisch bewirkte Erwärmung betrug meist  $1,5^\circ$  und wurde mit Platinthermometern gemessen. In dem angegebenen Temperaturintervall wurden  $66$  Versuche in annähernd gleichmäßiger Verteilung angestellt mit einem mittleren Fehler von  $3,5 \times 10^{-4}$ . Für die Wärmekapazität  $A_u$  bei der Temperatur  $u$  (Grad Celsius) wurde die Formel abgeleitet:

$$A_u = 4,2047 - 0,001\,768\,u + 0,000\,026\,44\,u^2.$$

Der Wert bei  $15^\circ$  (Kalorie) ist also  $4,1842 \text{ Joule/Gramm} \times \text{Grad}$ , das Minimum liegt bei  $33,5^\circ$ .

*Zur Praxis des Hammerunterbrechers;* von Bruno Thieme. Es wird eine Arbeit des Herrn B. v. Czudnochowski kritisch besprochen und auf die beschränkte Verwendbarkeit der Hammerunterbrecher, besonders in der Funkentelegraphie und Elektromedizin, hingewiesen.

#### Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. November 1915.

*Experimentelle Untersuchungen zur Theorie des Ferromagnetismus. II. Ideale, d. h. hysteresefreie Magnetisierung;* von W. Steinhaus und E. Gumlich. Es wurde ein einfaches Verfahren gefunden, welches gestattet, sich von dem Einflusse der Hysterese bei ferromagnetischen Messungen unabhängig zu machen. Für eine Anzahl von Materialien wurden so gewonnene hysteresefreie Magnetisierungskurven im Zusammenhang mit Hystereseschleife und Nullkurve mitgeteilt und besprochen.

*Der schwarze Körper als Lichtquelle im Temperaturbereiche von  $2000$  bis  $10\,000^\circ$  abs.;* von Alfred R. Meyer. Für den schwarzen Körper als Vertreter der auf dem Prinzip der Temperaturstrahlung herrschenden Lichtquellen werden für den Temperaturbereich von  $2000$ — $10\,000^\circ$  abs. auf Grund theoretischer Überlegungen die Gesetzmäßigkeiten hergeleitet, nach denen die von ihm ausgesandte Gesamtstrahlung in Strahlung des sichtbaren Gebietes bzw. in Licht verwandelt wird.

Die gewonnenen Zahlen werden zur Erörterung des Begriffes des sogen. mechanischen Äquivalents des Lichtes und zum Vergleich mit den in den gebräuchlichen elektrischen Glühlampen erzielten Werten benutzt.

#### Zeitschrift für Instrumentenkunde; Heft 11, November 1915.

*Das Fingersche Pendel;* von Alfred Lechner. Die Arbeit enthält die Beschreibung der Konstruktion eines Fingerschen Pendels nebst Angabe der Versuchsergebnisse. Das Pendel gestattet die Ermittlung der reduzierten Pendellänge durch Vertauschung zweier verschieden großer Massen bei gleichbleibender Schwingungsdauer. Es wurde der Einfluß der Schneide auf die Schwingungsdauer bestimmt und die Beschleunigung der Erdschwere mit Hilfe eines solchen Pendels ermittelt.

*Die Abweichungen optischer Systeme aus Linsen von endlicher Dicke;* von A. Kerber. Nach Bestimmung der Brennweiten der äquivalenten Linsen, der Einfallshöhen des ersten Seidelschen Hilfsstrahles und der ungefähren Form der Linsen werden die vorhandenen Restfehler trigonometrisch berechnet und nach Korrektionsformeln, die sich aus der Seidelschen Theorie ergeben, durch strenge Rechnung korrigiert.

*Ein elektrostatischer Potentialregler;* von W. J. de Haas. Eine kleine Gasflamme wurde zur Polspitze einer Wimshurstmaschine gemacht. Das Flämmchen sprühte Ionen eines Zeichens auf einen Ionenfänger mit dem aufzuladenden Körper verbunden. Bei weitem die meisten Ionen wurden auf die geerdete Schutzhülle, welche den Fänger umgab, gesprüht, nur ein kleiner Teil des Stromes, welcher von dem Flämmchen abströmte, erreichte den Fänger. Zeitliche Schwankungen im Strome machten sich also weniger bemerkbar, und der aufzuladende Körper wurde auf konstantes Potential geladen. Das Flämmchen muß entweder mechanisch oder mit der Hand fortwährend nachreguliert werden.

#### Physikalische Zeitschrift; Nr. 17/18, 1915.

*Theoretisches über die Breite der Spektrallinien;* von A. Landé. Das Maximum des Fourierspektrums für einen Wellenzug flacht mit abnehmender Impulsbreite ab. Eine entsprechende Verwischung der Intensitätsmaxima bei der Lichtbeugung des Impulses bleibt bei der Diffraction an der einfachen Halbebene aus und stellt sich als eine besondere Eigenschaft *vieltstrichiger* Gitter heraus: Die Maxima verdanken ihre Schärfe dem Zusammenwirken aller Gitterstriche, letzteres wird aber bei kurzen Impulsen mehr oder weniger herabgesetzt.

*Notiz über die Berechnung der Brownschen Molekularbewegung bei der Ehrenhaft-Millekanschens Versuchsanordnung;* von M. v. Smoluchowski. Bei der in Rede stehenden Versuchsanordnung handelt es sich um die Frage, wie aus wiederholten Beobachtungen der einer gewissen Fallstrecke entsprechenden Fallzeiten eines kleinen Tröpfchens die beiden dabei kombinierten Bestandteile, die Fallbewegung und die Brownsche Molekularbewegung abzuleiten sind. Aus der vom Verf. entwickelten exakten Theorie dieses Problems folgt, daß die von H. Fletcher gegebenen Formeln mangelhaft sind, wogegen das von E. Weist angewendete Verfahren berechtigt ist.

*Über die zeitliche Veränderlichkeit der Gruppierung von Emulsionsteilchen und Reversibilität der Diffusionserscheinungen;* von M. v. Smoluchowski. Anknüpfend an eine von Svedberg stammende Messungsreihe untersucht Verfasser, wie rasch, der Theorie der Brownschen Bewegung gemäß, die Änderungen der An-



zahl von Emulsionsteilchen, welche in einem bestimmten, optisch abgegrenzten Volumen enthalten sind, vor sich gehen sollten, und verifiziert die theoretischen Formeln an jenem Beobachtungsmaterial. Es wird dabei der Begriff der durchschnittlichen Wiederkehrzeit eines physikalischen Zustandes definiert, welcher gestattet, die Gültigkeitsgrenzen des zweiten Hauptsatzes exakt zu charakterisieren, was an dem Beispiel der Diffusion von Stickstoff und Sauerstoff zahlenmäßig erläutert wird.

*Die absolute Temperatur;* von K. Schreber. Im Anschluß an einen Prioritätsanspruch des Herrn Weber weise ich darauf hin, daß ich in den Bänden des Jahres 1908 der *Ann. d. Physik* eine Diskussion angeregt habe, in welcher ich nachwies, daß die von Dalton zuerst angegebene exponentielle Temperaturskala eine wirklich absolute Temperatur ermöglicht, in welcher auch die Einheit der Temperatur nur durch thermodynamische Bedingungen, unabhängig von Wasser, festgelegt wird.

#### Physikalische Zeitschrift; Nr. 19, 1915.

*Beiträge zur Kenntnis der in der Atmosphäre vordringenden durchdringenden Strahlung;* von A. Gockel. Diese Strahlung hat ein größeres Durchdringungsvermögen als die  $\gamma$ -Strahlung der bekannten radioaktiven Elemente. Sie nimmt auch nach Beobachtungen auf Gletschern mit der Höhe zu. Die in der Ebene kaum nachweisbaren Schwankungen scheinen mit größerer Meereshöhe auch relativ stärker zu werden.

*Zur Kenntnis der Spektren von Ruthenium, Niobium und Thulium;* von E. Paulson. In diesem Aufsatz gibt der Verfasser noch 91 Linien des Rutheniums an, die einem früher von ihm entdeckten Wellenzahlensystem angehören. Eine solche besteht von einer Anzahl zusammengehöriger Linien, deren Wellenzahlen stets dieselben konstanten Differenzen aufweisen. Im Spektrum des Niobiums wird das Vorkommen eines solchen Systems festgestellt, wobei jede Gruppe fünf Linien enthält. Das Thuliumspektrum scheint kein vollständiges System zu besitzen. Es gibt jedoch zahlreiche Linien, welche zu Paaren mit konstanten Schwingungsdifferenzen zusammengeführt werden können. Als Beispiel werden einige Paare stärkerer Linien angeführt.

*Messung der Flächenenergie unabhängig vom Härtegrad;* von Th. Christen. Das von Dr. Th. Christen (München) erfundene Integral-Iontometer löst zum ersten Mal die Aufgabe, die Energie einer Röntgenstrahlung unabhängig von ihrem Härtegrad zu messen. Dank dieser Eigenschaft sind die Angaben des Instrumentes für homogene wie für heterogene (komplexe) Strahlen gültig.

#### Physikalische Zeitschrift; Nr. 20, 1915.

*Über die Eigenschaften kleiner Tröpfchen aus reinem Quecksilber;* von A. Schidlof. Kleine Quecksilbertropfen, die durch mechanisches Zerstäuben hergestellt werden, zeigen eine progressive Massenabnahme und im übrigen ein den gewöhnlich als gültig angesehenen physikalischen Gesetzen entsprechendes Verhalten, im Gegensatz zu Prof. Ehrenhafts elektrisch zerstäubten „kleinsten Quecksilberkugeln“. Prof. Ehrenhafts Annahme, daß die beobachteten flüchtigen Tröpfchen Wassernebelkondensationen seien, sowie dessen Bemerkungen über die vom Verfasser benutzte optische Versuchsanordnung werden widerlegt.

*Die Spannungen im elektromagnetischen Felde;* von Karl Uller. Die Dispersionstheorien — richtig ge- deutet — lassen die Möglichkeit negativer Werte der „komplexen Dielektrizitätskonstante“ zu. Sie existieren auch wirklich in der Natur, indem bei Metallen und Metalloiden negative  $\epsilon'$  auftreten. Eine Folge davon ist, daß die Gültigkeit des Satzes: Eine Lichtwelle, die

auf einen Körper fällt, übt auf ihn stets einen Druck aus, hinfällig wird. Es kann nämlich unter Umständen auch Zug auftreten.

*Über das Dopplersche Prinzip;* von W. Voigt. Dieser Neudruck einer s. Z. unbeachteten Abhandlung aus dem Anfang 1887 soll zeigen, wie die von Lorentz (etwa 1904) angegebene und angewendete wichtige Koordinatentransformation, welche den Ausgangspunkt der Relativitätshypothese von Einstein bildet, vom Verfasser schon lange vor Lorentz gefunden und in dessen Sinne benutzt worden ist.

#### Physikalische Zeitschrift; Nr. 21, 1915.

*Das Bohrsche Atommodell und die Maxwell'schen Gleichungen;* von C. W. Oseen. Der Verfasser untersucht, ob die Hypothesen, die Bohr seiner Atomtheorie zugrunde legte, mit der Annahme verträglich sind, daß die Maxwell'schen Gleichungen außerhalb des Atoms gültig sind. Er findet, daß dies nicht der Fall ist und daß man folglich, wenn man das Bohrsche Atommodell akzeptieren will, die ganze Lorentz'sche Elektromagnettheorie aufgeben muß.

*Verbesserungen am Kadmiumphotometer für ultraviolette Licht;* von J. Elster und H. Geitel. Der lichtmessende Teil des Instrumentes besteht aus einer mit verdünntem Argon gefüllten Uvialglaszelle, deren lichtempfindliche Schicht durch Kadmium gebildet wird. Dieses reagiert photoelektrisch nur auf Lichtstrahlen, deren Wellenlänge kleiner als etwa 360  $\mu$  ist. Der lichtelektrische Strom wird gemessen durch ein eigens für diese Zwecke von der Firma Hartmann & Braun gebautes, mit Bernsteinisolation und Natriumtrocknung versehenes hochempfindliches Drehspulgalvanometer. Es wird ein Verfahren angegeben, ein von der Empfindlichkeit der Zelle und der angelegten Spannung unabhängiges Maß für die ultraviolette Strahlung der Sonne zu gewinnen.

#### Physikalische Zeitschrift; Nr. 22, 1915.

*Die elektrische Energiedichte und der Wellenzustand im elektrisch erregungslosen Körper;* von Karl Uller. Die Existenz negativer erster elektrischer Wellenkonstanten gestattet, den Beweis zu führen, daß der übliche Ausdruck für die Energiedichte bei nichtstationären Zuständen zu eng ist. Ferner wird der Wellenzustand in einem Körper erörtert, in welchem die elektrische Polarisation der elektrischen Feldstärke gerade das Gleichgewicht hält.

*Über den Nachweis elektromagnetischer Wellen an dielektrischen Drähten;* von H. Zahn. Hondros und Debye haben theoretisch gezeigt, daß Erscheinungen, wie sie bei der Fortpflanzung elektrischer Wellen an metallischen Drähten bekannt sind, auch bei Drähten aus nichtleitenden Substanzen auftreten können, wenn eine bestimmte Beziehung zwischen erregender Schwingungszahl, Drahtradius und Dielektrizitätskonstante eingehalten wird. Verfasser konnte die Richtigkeit dieser Voraussage durch Versuche an Zylindern aus Wasser, Aceton und Methylalkohol angenähert bestätigen. Gewisse Abweichungen fallen dem Umstande zur Last, daß die Voraussetzungen der Theorie experimentell nicht vollkommen zu realisieren sind.

*Zur Theorie der  $\beta$ -Strahlen;* von Hans Th. Wolff. Es wird angenommen, daß ein  $\beta$ -Strahl-Elektron vor seiner Aussendung mit großer Geschwindigkeit eine in der Mitte des Atoms befindliche positive Ladung umkreist. Deren Anziehung vermag es durch seine kinetische Energie beim Verlassen des Atoms nicht vollständig zu überwinden, doch ist denkbar, daß im Innersten des Atoms befindliche negative Elektrizität ihm durch Abstoßung soviel Energie zuführt, daß es als schnellster  $\beta$ -Strahl zur Beobachtung gelangt.

**Annalen der Physik; Heft 20, 1915.**

*Über sekundäre Wirkungen bei piezoelektrischen Vorgängen, insbesondere im Falle der Drillung und Biegung eines Kreiszylinders;* von W. Voigt. Die piezoelektrischen Vorgänge in Kristallen sind jederzeit dadurch kompliziert, daß sich (ähnlich wie im Falle der elektrischen und magnetischen Influenz) den primären, von außen geübten Einwirkungen sekundäre superponieren, die von dem deformierten oder erregten Kristall selbst ausgehen. Die im allgemeinen schwierige Theorie dieser Sekundäreffekte läßt sich, wie der Verf. zeigt, im Falle eines gleichförmig gedrehten oder gebogenen Kreiszylinders streng durchführen und somit nach ihrem Einfluß auch die Beobachtung beurteilen.

*Die Leitung des elektrischen Stromes in Äthyläther;* von J. Faßbinder. Die Ionen, die die Stromleitung in Äthyläther besorgen, stammen von gelösten Fremdkörpern, z. B. Wasser; sie werden aber, wenigstens wenn sehr wenig von dem Fremdstoff vorhanden ist, der Hauptsache nach nicht im Innern des Äthyläthers, sondern an den Oberflächen der Elektroden gebildet, die wahrscheinlich die Fremdstoffe mehr oder weniger adsorbieren.

*Über eine modifizierte Fassung der Hypothese der molekularen Unordnung und des Equipartitions-gesetzes der kinetischen Energie;* von Erich A. Holm. In dieser Arbeit wird die Hypothese der molekularen Unordnung auf den Stoßvorgang angewendet und die mittlere kinetische Energie des Moleküls beim Stoß pro Freiheitsgrad  $= kT : 2$  gesetzt. Die vom Verfasser berechneten Ausdrücke für die Dichtigkeitsverteilung des schweren Gases und für die Richtungsverteilung der magnetischen Achse der Moleküle des paramagnetischen Gases im Raume konvergieren mit abnehmender mittlerer molekularer Weglänge gegen einen konstanten Wert.

*Die Koerzitivkraft von Stahl und Eisen in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur;* von R. Gans. Diese wurde zwischen  $-185^{\circ}$  und  $+700^{\circ}$  gemessen und es ergab sich wie beim Nickel (R. Gans, Ann. Phys. (4) 42, 1913, S. 1065), daß die Koerzitivkraft eine eindeutige Funktion der Temperatur ist, unabhängig von der Vorgeschichte. Zwischen  $400^{\circ}$  und  $500^{\circ}$  macht sich ein Haltepunkt bemerkbar, der es wahrscheinlich macht, daß hier der Elementarmagnet, der bei tiefen Temperaturen 11 Magnetonen besitzt, sich reversibel in einen mit 12 Magnetonen umwandelt.

*Die Biegung abgebrochener Wellenzüge an einer Halbebene;* von A. Landé, wird nach Sommerfelds exakten Methoden untersucht. Bei einem Wellenzug der Impulsbreite  $N\lambda$  nimmt die Beobachtungsdauer der Beugungsstreifen von der 1. bis zur  $N$ . Ordnung von  $N\lambda/c$  bis zur Dauer 0 linear ab, die Streifen sind aber während dieser Zeiten ebenso scharf, wie bei stationärer Wellenerregung. Eine photographische Zeitaufnahme läßt dagegen einen Streifen bestimmter Ordnung um so verschwommener erscheinen, je öfter Phasenwechsel eintreten; dieser Vorgang hat jedoch mit der Verbreiterung des Maximums im Fourierspektrum der phasenwechselnden Lichtwellen nichts zu tun.

**Annalen der Physik; Heft 21, 1915.**

*Über die Wärmeleitung des Neon;* von E. Bannawitz. Nach der kinetischen Gastheorie besteht zwischen dem Wärmeleitungskoeffizienten  $k$ , dem Reibungskoeffizienten  $\eta$  und der spezifischen Wärme für konstantes Volumen  $c_v$  die Beziehung  $k = f\eta c_v$ . Maxwell, Clausius, O. E. Meyer fanden für alle Gase bzw.  $f = 5/2, 5/4, 1,6027$ ; Boltzmann  $f = 15/4 (c_v - 1)$ , doch standen die Beobachtungen (insbesondere seit 1902 in Halle ausgeführt) hiermit nicht in Einklang. Für

einatomige Gase mit zentrisch symmetrischen Molekülen leitet Chapman ohne weitere Nebenannahme  $f = 25/6$  ab, was W. Schwarze (Ann. d. Phys. [4] 11, 328, 1903) für Argon und Helium bestätigt hatte. Die vorliegende Arbeit ergibt für das ebenfalls einatomige Neon  $f = 2,50$ .

*Bestimmung der Schallgeschwindigkeit und des Verhältnisses der spezifischen Wärmen der Gase nach der Methode der Kundtschen Staubfiguren;* von G. Schweikert. Mit Hilfe zweier sehr intensiver Töne von 5920 vs und 13 057 vs wurde die Schallgeschwindigkeit in drei Röhren von 5 cm, 6,3 cm und 8 cm Durchmesser für Luft,  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ , CO, HCl,  $CO_2$ ,  $N_2O$ ,  $SO_2$ ,  $NH_3$ ,  $C_2H_4$  und  $C_2H_2$  bestimmt. Die erhaltenen Werte sind für die drei Röhren und beide Töne fast völlig gleich. In einem theoretischen Teil wird eine kritische Besprechung der verschiedenen Arbeiten und Theorien über die Staubfiguren, insbesondere der Rippenbildung im Anschluß an die W. Königsché Theorie und die Arbeiten von J. Robinson, und über den Einfluß der Röhrenwandung auf die Schallgeschwindigkeit gegeben. Im Anschluß daran wird eine mathematische Untersuchung über stehende Wellen in Röhren unter der Annahme einer Absorption von Schallenergie durchgeführt. Aus den gefundenen Werten der Schallgeschwindigkeit wird das Verhältnis  $k$  der spezifischen Wärmen berechnet. Die Änderung von  $k$  durch Temperatur und Druck sowie durch Beimischung eines anderen Gases, insbesondere des Wasserdampfes, wird diskutiert und entsprechende Gleichungen werden abgeleitet. In einem letzten Teil sind die spezifischen Wärmen und die Molekularwärmen für die untersuchten Gase berechnet worden.

*Untersuchung stehender Luftschwingungen (insbesondere in Flöte und Orgelpfeife);* von W. Steinhausen. Ein kleiner Teil der periodischen Druckänderungen innerhalb einer stehenden Luftwelle (in Orgelpfeife, Flöte oder Röhren beliebiger äußerer Form) wird mit Hilfe einer durch den ganzen Luftraum hindurchgehenden Röhre mit feinem Seitenloch auf die Membran des Gartenschen Schallanalysators geleitet. (Für Demonstrationszwecke kann man statt des Analysators mit Vorteil Telephon und Vibrationsgalvanometer benutzen.) Durch Verschiebung der Röhre in dem tönenden Luftraum erhält man entsprechend den verschiedenen Schwingungszuständen desselben verschiedene, meßbare Ausschläge der Membran des Analysators. Diese veränderlichen Amplituden geben die Form der stehenden Welle in dem betreffenden Luftraum wieder, die für den Fall der Flöte eingehend untersucht wird.

**Geographische Zeitschrift; Heft 10, Oktober 1915.**

*Die ältesten Nachrichten über Britannien;* von W. J. Beckers. Der Aufsatz behandelt einen gewissermaßen aktuellen Stoff. Bekanntlich vermittelte der Zinnhandel, der die mittelmehrigen Kulturvölker zuerst nach dem zinnsegneten Südwesten Englands führte, die älteste Kenntnis von dem Britenlande. Den Beginn der Fahrten dorthin setzt Verfasser gegen Ausgang des 2. Jahrtausends v. Chr. an. Des weiteren wird ausgeführt, daß Britannien, in dem in der alten Zeit wiederholt ein Kontinent erblickt worden ist, nicht weniger als dreimal seine Entdeckung als Insel hat erfahren müssen. Neben der ältesten Benennung Albion taucht vorübergehend der Name Elixioia = Lixovierland für die Insel auf. Die Kundfahrt des Massalioten Pytheas klärt uns über die älteste Art der Zinngewinnung auf, konstatiert, daß die Inselwelt bis zum Polarkreis Mitte des 4. Jahrhunderts v. Chr. bewohnt war und ermöglicht die Festsetzung des Zeitbeginns der säkularen Senkung Südenglands. So eigenartig wie Britannien heute noch ist, so merkwürdig sind seine Entdeckungsschicksale.

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 53.

31. Dezember 1915.

Dritter Jahrgang.

## INHALT:

Die Kennzeichen des Lebens. Von *Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.* S. 709.

Die XVII. ordentliche Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft. (Schluß.) S. 713.

Induktiver und deduktiver Vitalismus. Von *Privatdozent Dr. Julius Schaxel, Jena.* S. 718.

### Besprechungen:

Liebert, Arthur, Das Problem der Geltung. Von *M. Kronenberg.* S. 719.

Benischke, Gustav, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik. Von *H. Diesselhorst.* S. 721.

Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte: Gesichtsmuskeln und Gesichtsausdruck. Die Ruinen von Uxmal. S. 721.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Schweizerische Expedition nach der Mexikanischen Halbinsel Niederkalifornien. S. 723.

Verlag von Julius Springer in Berlin

## Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik

Von

**Professor Dr. Gustav Benischke**

Dritte, teilweise umgearbeitete und vermehrte Auflage

Mit 551 Abbildungen im Text

In Leinwand gebunden Preis M. 15.—

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

## Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

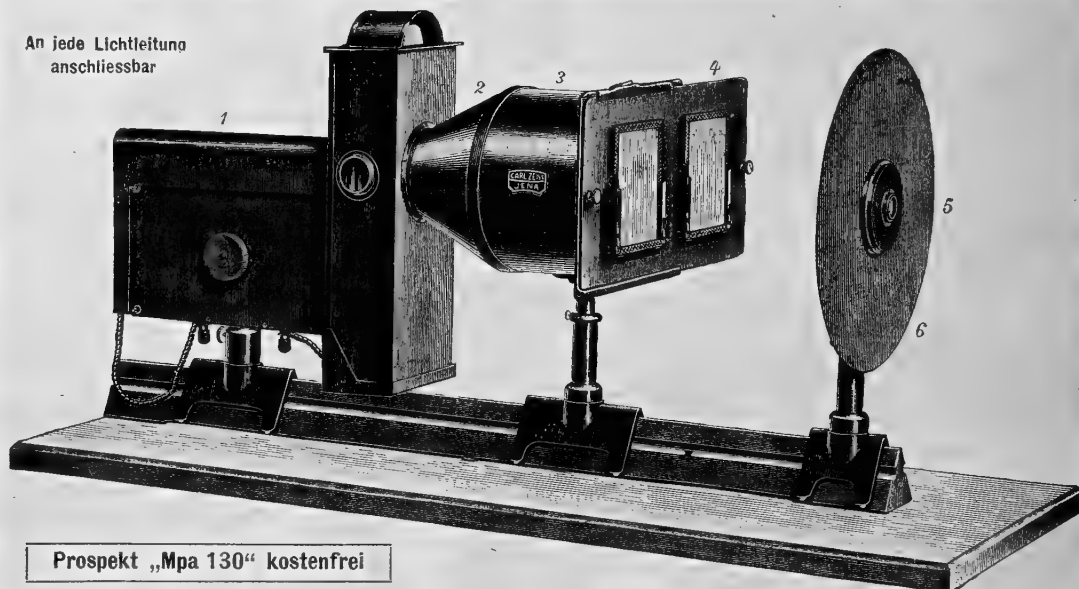
Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10. 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

# ZEISS

## KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT FÜR DIAPOSITIVE

An jede Lichtleitung  
anschliessbar



Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

### CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · Wien · Buenos Aires.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

## Reichsfinanzreform und Innere Reichspolitik 1906—1913

Ein geschichtliches Vorspiel zu den Ideen von 1914

Von

Dr. Hans Teschemacher

Preis M. 2.—

Soeben erschien:

## Eine Kriegsvorlesung über die Volkswirtschaft

Das Zeitalter der Volksgenossenschaft

Von Dr. Johann Plenge

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Münster i. W.

Preis M. 0.80.

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

31. Dezember 1915.

Heft 53.

## Die Kennzeichen des Lebens.

Von Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.

Wenn es schon nicht leicht ist, logisch die Kriterien des Lebens zu umgrenzen, so wird es vollends praktisch häufig unmöglich, Merkmale festzustellen, durch die der lebende Zustand in einem bestimmten Augenblick erkannt werden kann. Die Aussage, ein Organismus, den wir untersuchten, „lebt“, kann einen sehr verschiedenen Sinn haben. Wir können damit in erster Linie sagen wollen: er besitzt *Lebensfähigkeit*, er *wird* alle typischen Lebenserscheinungen zeigen, wenn wir ihn unter geeignete Bedingungen bringen. In einem solchen Falle, in dem wir nur die Lebensfähigkeit behaupten, können wir im Augenblick keine *Lebenserscheinungen* an dem Organismus konstatieren, und der Beweis für die Richtigkeit unserer Behauptung ist nur zu erbringen durch nachträgliche Kultur unter geeigneten Bedingungen, bei der sich dann zeigen muß, ob die Fähigkeit, sich zu teilen, die Fähigkeit der Vermehrung vorhanden ist.

Sobald wir die Fähigkeit, sich zu teilen und wiederum teilungsfähige Tochterindividuen hervorgehen zu lassen, bei einem Organismus festgestellt haben, wissen wir sicher, daß er lebt, daß *er alle notwendigen und hinreichenden Bedingungen erfüllt*, durch die wir den Zustand des Lebens kennzeichnen.

Der weiteste Sinn, den die Aussage, ein Organismus „lebt“, haben kann, ist also der: er teilt sich und zeigt damit seine virtuell unbegrenzte Erhaltungsfähigkeit bei wechselndem stofflichen Bestande. Aber es gibt sehr viele Elementarorganismen, sehr viele Zellen und Zellarten, die sich nicht teilen, vielleicht sogar unter den günstigsten äußeren Lebensbedingungen sich nicht mehr teilen *können*, und die trotzdem noch Jahre, Jahrzehnte lang leben; z. B. teilen sich im menschlichen Körper nach der Geburt nicht mehr die Zellen, aus denen die Kristallinse des Auges aufgebaut ist, es teilen sich die Sinneszellen (Stäbchen- und Zapfenzellen) nicht mehr, die in der Netzhaut des Auges liegen, und auch das ganze Heer der Nervenzellen (Ganglienzellen), die in dem Gehirnteil der Netzhaut des Auges, im Rückenmark und im Gehirn liegen, haben schon bei der Geburt ihre Teilungsfähigkeit verloren, und zwar haben sie nicht nur die Teilungen eingestellt, solange sie im wohl erhaltenen Verbande der Organe liegen, sondern auch bei Verletzungen, wenn andere Zellarten durch lebhaftere Teilungen das Verlorengegangene regenerieren, erweisen sie sich als völlig unfähig zu dieser Leistung.

Trotzdem besteht gar kein Zweifel darüber, daß diese teilungsunfähigen Zellen *lebende* Elementarorganismen sind, freilich solche, deren Leben durch den unvermeidlichen Tod begrenzt ist, während für eine teilungsfähige Zelle eine solche Begrenzung nicht unbedingt besteht, wie die virtuelle Unsterblichkeit von Protozoen und Bakterien unter günstigen Lebensbedingungen sowie diejenige der Geschlechtszellen am deutlichsten zeigt.

Zellen, die sich nicht teilen und trotzdem leben, beobachten wir nicht nur im Gewebsverbande der Tiere und Pflanzen, sondern auch bei Einzelligen unter bestimmten Bedingungen. In jeder Bakterien-, Hefen- oder Pilzkultur können wir einen Zustand antreffen, in dem die Organismen zwar noch leben, wie sich an ihrem oft noch sehr lebhaften Stoffumsatz zeigt, aber sich nicht mehr vermehren, keine Teilungen mehr ausführen.

Bei einer Reihe von Zellen erfolgt nach der letzten Teilung, die sie in ihrem normalen Lebensablauf vollziehen, noch ein beträchtliches *Wachstum*, und auch diese Leistung kann als hinreichendes Kennzeichen des Lebens dienen. So wachsen die embryonalen Nervenzellen, deren Zahl sich nicht mehr vermehrt, so auch die Zellen der Niere, in der es nach der Geburt kaum mehr zur Bildung neuer Harnkanälchen kommt, in der die Zahl der Zellen kaum zunimmt, und die beim Erwachsenen doch 12,5mal schwerer als beim Neugeborenen ist, bei der also jede Zelle ungefähr auf das 12fache Volumen, d. h. etwa auf das 2,3fache in jeder linearen Dimension gewachsen ist, ohne sich geteilt zu haben.

Wir sehen im Wachstum und in der Teilung, in den Prozessen, die zur Vermehrung der lebendigen Substanz führen, die deutlichsten Zeichen des sogen. *Baustoffwechsels*, der Fähigkeit, neue artgleiche Stoffe in charakteristischer räumlicher Anordnung aus artfremden, räumlich nicht bestimmt geordneten Stoffen aufzubauen.

Aber auch eine Zelle, die sich nicht mehr teilt, und die nicht mehr wächst, muß noch Prozesse des Baustoffwechsels unterhalten, muß neue lebendige Substanz aufbauen können, um den Verlust an Stoffen zu decken, mit dem jede Lebens-tätigkeit verbunden ist, sie muß aber ferner noch die Fähigkeit haben, die Prozesse des sog. *Betriebsstoffwechsels* zu unterhalten. Im Betriebsstoffwechsel werden die Nahrungsstoffe umgesetzt, gespalten oder verbrannt, und die freie Energie, die dabei auftritt, wird zu den Leistungen des Organismus verwendet. Diese Energie wird teils beim Aufbau neuer lebendiger Substanz



verbraucht, und erscheint außerdem in den verschiedenen Energieformen, die lebende Organismen zu produzieren vermögen.

Wenn wir an einer Zelle, die sich nicht teilt und nicht wächst, die Tatsache des Lebens feststellen wollen, so liegt es am nächsten, zu untersuchen, ob sie *Stoffwechselprozesse* zeigt. In den Vorgängen des Stoffwechsels sehen wir ja so recht eigentlich dasjenige, was für das Leben charakteristisch ist.

Die Verwendung von Stoffwechselvorgängen als Kriterien des Lebens bietet aber eine Reihe von Schwierigkeiten, die gerade da am deutlichsten hervortreten, wo uns am meisten daran liegt, scharfe Unterscheidungsmerkmale für „belebt“ und „unbelebt“ zu haben, an den Grenzen zwischen Leben und Tod. Sehen wir zunächst von der Schwierigkeit ab, daß unsere chemischen Methoden im allgemeinen viel zu grob sind, um an einer einzelnen Zelle den Stoffwechsel feststellen zu können, so ist auch dann, wenn genügende Mengen von Zellen zur Verfügung stehen, mit dem Nachweis eines chemischen Umsatzes, der durch die Zellen bewirkt wird, noch nicht der Nachweis des Lebens erbracht.

Die verbreitetsten Stoffwechselvorgänge sind: der Verbrauch von Sauerstoff und die Produktion von Kohlensäure, Prozesse, die nach alter Tradition als *Atmung* bezeichnet werden. Zwar verbrauchen nicht alle Organismen Sauerstoff, und wir können uns nur Wesen denken, die als Endprodukt ihres Kohlenstoffumsatzes keine Kohlensäure liefern, sondern vielleicht Oxalsäure oder Ameisensäure usw.; ja tatsächlich bilden jene seltsamen Wesen, die anorganisches Material oxydieren, um aus ihm ihre Betriebsenergie zu ziehen, keine Kohlensäure, sondern etwa Schwefelwasserstoff, Schwefelsäure, Wasser (aus Wasserstoff), salpetrige oder Salpetersäure (aus Ammoniak) und dergleichen; aber wenn wir das Fehlen von Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureproduktion bei einer Zellmasse nachgewiesen haben, so können wir wohl behaupten, daß diese Organismen keine Lebenserscheinungen zeigen, daß sie tot oder im Zustande des latenten Lebens sind. — Daß dieser letztere Zustand, bei dem die Lebensfähigkeit noch erhalten ist, durch Kulturversuche zu erkennen wäre, wurde schon oben erwähnt. — Viel schwieriger liegt die Sache, wenn wir Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureproduktion an einer Substanz nachweisen können und nun sagen sollen, ob sie lebt oder nicht. Diese Frage muß im Hinblick auf die zahlreichen Untersuchungen erörtert werden, die in den letzten Jahren über den Sauerstoffverbrauch oder die Kohlensäureproduktion bei überlebenden Geweben, im Organbrei oder bei Preßsäften von Organen oder Organismen gemacht worden sind.

Daß in den Preßsäften, z. B. von Hefen, keinerlei Substanzen enthalten sind, die man als „lebendige“ bezeichnen dürfte, ist seit *Buchners* Untersuchungen über die „*Zymase*“ als gesichert anzu-

sehen, und doch zeigen diese Säfte, die keine geformten Bestandteile enthalten, eine für das „Leben“ der Hefezellen charakteristische Fähigkeit, die Zerlegung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure. Diese Fähigkeit besitzt u. a. auch die Acetonhefe, die durch Eintragen von Hefezellen in Aceton und Auswaschen mit Äther erhalten wird, eine Behandlung, bei der das „Leben“ zerstört wird.

Behandelt man in derselben Weise Staphylokokken<sup>1)</sup>, so erhält man ein Pulver, das in wäßrigen Lösungen erheblichen Sauerstoffverbrauch und entsprechende Kohlensäureproduktion zeigt, die sich bei geeignet gewählter Temperatur stundenlang auf gleicher Höhe erhalten und einen respiratorischen Quotienten ( $\text{CO}_2 : \text{O}$ ) von 0,65—0,90 ergeben, also — nur an diesen Kriterien gemessen — durchaus der „physiologischen Verbrennung“ innerhalb lebender Organismen gleichen.

Als „lebendig“ werden wir die mit Aceton und Äther behandelten Kokken nicht betrachten wollen, obgleich die mikroskopische Untersuchung keine Veränderung in der Struktur erkennen läßt. Daß sie nicht mehr vermehrungsfähig sind, ist direkt nachgewiesen.

Vielleicht noch handgreiflicher zeigt sich die Trennung von „Atmung“ und Lebensfähigkeit bei den Eiern von Seeigeln (*Parechinus miliaris*), bei denen wir an die Möglichkeit, daß sie eine Aceton-Äther-Behandlung lebend überstehen sollten, gar nicht denken können, und wo doch das aus ihnen bereitete Acetonpulver noch einen meßbaren Sauerstoffverbrauch zeigt (*Meyerhoff* l. c.).

Was mit dem Sauerstoff geschieht, den die angeführten Präparate verbrauchen, woher die Kohlensäure stammt, die sie abgeben, das ist nicht ohne weiteres zu sagen, denn es ist durchaus keine zwingende Annahme, daß sie zu den gleichen Prozessen verbraucht werden, bzw. aus ihnen entstehen, wie in der lebenden Zelle. Wir können es der Kohlensäure nicht ansehen, ob sie aus der Verbrennung von Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten oder aus Spaltungen, z. B. des Zuckers, stammt (die thermochemische Untersuchung läßt eine Entscheidung zwischen den beiden Möglichkeiten zu), wir können es auch dem verschwindenden Sauerstoff nicht ablauschen, welche Stoffe er oxydiert.

Denken wir z. B. daran, daß Lecithin, das in allen Formen lebendiger Substanz vorkommt, mit Sauerstoff eine Autoxydation<sup>2)</sup> eingeht, die durch die katalytische Wirkung, z. B. von Eisensalzen, zu nennenswerter Geschwindigkeit gebracht werden kann, so würde uns schon ein Teil des Sauerstoffverbrauches, der von dem Leben unabhängig ist, verständlich erscheinen.

<sup>1)</sup> O. Warburg und O. Meyerhof, Über Atmung in abgetöteten Zellen und in Zellfragmenten. Pflüg. Arch. Bd. 148 (1912), S. 295—310.

<sup>2)</sup> T. Thunberg, Untersuchungen über autoxydable Substanzen und autoxydable Systeme von physiologischem Interesse. Skandinav. Arch. f. Physiol. Bd. 24 (1911), S. 90.

Wenn ein Organ frisch dem lebenden Körper entnommen wird, so lebt es in diesem Augenblick noch, wird es dann zerkleinert, so kann man an dem Organbrei noch längere Zeit Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureproduktion beobachten, die aber in quantitativer Hinsicht sich sehr bald bedeutend von dem Verbrauch des intakten Organs unterscheiden, nämlich viel geringer werden. *Batelli* und *Stern*<sup>1)</sup> unterscheiden auf Grund einer ganzen Anzahl von Untersuchungen zwischen „Hauptatmung“ und „akzessorischer Atmung“, die an dem Brei verschiedener Organe (Leber, Niere, Milz, Lunge, Gehirn, Pankreas) nachweisbar sind. Die Hauptatmung nimmt nach Herstellung des Organbreis rasch ab, wird durch Gifte in geringen Dosen ganz aufgehoben, hat ihr Optimum bei 40°, wird durch Alkohol- und Acetonfällung vernichtet. Die akzessorische Atmung dagegen erhält sich stunden-, selbst tagelang auf ziemlich unveränderter Höhe, wird durch Gifte erst bei hohen Dosen herabgesetzt, ist bei 50° stärker als bei 40° und wird auch durch Alkohol- oder Acetonfällung nicht aufgehoben. In der „akzessorischen Atmung“ haben wir sicherlich nur den Ausdruck enzymatischer Prozesse zu sehen, die den Namen „Leben“ nicht mehr beanspruchen dürfen. Ob die „Hauptatmung“ des Organbreies noch als Ausdruck des „Lebens“ anzusehen ist, kann nicht sicher behauptet werden.

Wir können also sagen: wenn wir eine Substanz als „lebendige Substanz“ bezeichnen wollen, so ist eine *notwendige* Eigenschaft, daß sie einen Stoffwechsel haben muß, aber in dem Nachweis eines solchen können wir noch keine *hinreichende* Kennzeichnung lebendiger Substanz gegenüber nicht lebendiger oder abgestorbener erblicken, denn auch an Substanzen, die wir keinesfalls mehr als lebendige bezeichnen dürfen, können Stoffwechselvorgänge ablaufen. Die Möglichkeit von Stoffwechselprozessen ist nicht an die Erhaltung der *normalen Struktur* der lebendigen Substanz gebunden, auch wenn diese zerstört ist, kann noch Stoffwechsel nachweisbar sein, wenn auch in verminderter Intensität und vielleicht in veränderter Qualität.

Wenn wir nach weiteren Kennzeichen des Lebens suchen, so bietet sich noch die Fähigkeit der *Energieproduktion* als methodisches Hilfsmittel zur Unterscheidung von belebt und unbelebt. Es könnte scheinen, als ob wir ein Kennzeichen zweiter Ordnung benutzen, wenn wir die erkennbaren Energieumwandlungen zur Kennzeichnung des Lebens verwenden, denn — wie schon betont — stammt die Energie, welche Lebewesen abgeben, aus dem Umsatz der Nahrungsstoffe im Betriebsstoffwechsel. Man könnte also meinen, wir wiesen durch die Produktion verschiedener Energieformen nur die Tatsache des Betriebsstoffwechsels nach.

Dieser Einwand gegen die Verwendung der Energieproduktion als Zeichen des Lebens in den Fällen, in denen die Untersuchung des Stoffwechsels zu keiner klaren Entscheidung geführt hat, trifft in der Tat für drei Energieformen zu: für Wärme, Licht und chemische Energie. Wärme entsteht bei den allerverschiedensten physikalischen (Lösung, Kristallisation) und chemischen (Neutralisation, Spaltung, Oxydation) Vorgängen, und Wärmeproduktion eignet sich daher zur Kennzeichnung des lebendigen Zustandes nicht besser als der Nachweis des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäureproduktion. Das Licht, das Organismen produzieren, beruht ausschließlich auf Chemolumineszenz und ist nicht nur in lebendigen Systemen, sondern auch in abgesondertem Schleim nachweisbar („Sekretleuchten“), den wir keinesfalls mehr lebendig nennen können.

Die chemische Energie der lebenden Organismen, die sich z. B. in der Synthese bestimmter Stoffe äußert, kann auch nicht als ein allein hinreichendes Kennzeichen des Lebens betrachtet werden, denn auch Enzyme, die keinesfalls mehr lebend zu nennen sind, können Synthesen ausführen, gar nicht zu reden von den Oxydations- und Spaltungsvorgängen, die wir schon vielfach als Leistungen einzelner, aus abgetötetem Material hergestellter Enzyme kennen gelernt haben.

Wenn wir aber die Produktion *mechanischer Energie* oder die *Elektrizitätsproduktion* als Kennzeichen des Lebens benutzen, liegen die Verhältnisse anders, und wir weisen durch diese Fähigkeiten mehr nach, als nur die Tatsache des Stoffwechsels.

Mechanische Energie produzieren lebendige Systeme in verschiedener Form; uns beschäftigen hier nur die Fälle, in denen sie in Form von aktiven Bewegungen sichtbar wird.

Die Fähigkeit, sich aktiv zu bewegen, ist ja von altersher das souveräne Kennzeichen des Lebens. Den einfachsten Fall stellen die sogenannten „spontanen“ Bewegungen von Tieren und Pflanzen dar, wie sie sich als amöboide Bewegung, Flimmerbewegung, Muskelbewegung, Plasmaströmung verbreitet in Pflanzen- und Tierreich zeigen. Besteht kein Zweifel an der Dauer des Lebens, solange „spontane“ Bewegungen zu beobachten sind, so muß in den Fällen, in denen keine spontanen Bewegungen mehr ausgeführt werden, geprüft werden, ob durch Reize noch Bewegungen ausgelöst werden können.

Hier kommt also ein neues, und ungemein wichtiges Kennzeichen des lebendigen Zustandes zur Verwendung: Die *Reizbarkeit* oder *Erregbarkeit* (Irritabilität), und in dieser Hinsicht geht die Verwendung der Bewegungserscheinungen als Kriterium des Lebens über das hinaus, was der Nachweis des Stoffwechsels lehrt.

Für den geordneten Ablauf des Lebensgeschehens ist eine ganz bestimmte *räumliche Anordnung* der reagierenden Stoffe und ein bestimmter *zeitlicher Ablauf* aller Einzelreaktionen er-

1) Biochem. Zeitschr. Bd. 21, S. 504–505.

forderlich, es sind nicht nur Prozesse des *Stoffwechsels*, die zur Erhaltung des Lebens notwendig sind, sondern auch Prozesse des *Stoffaustausches* zwischen den einzelnen Teilen eines lebenden Systems.

Der Ablauf dieser Prozesse des Stoffaustausches wird nun noch viel mehr als jener der Stoffwechselvorgänge beherrscht von der *räumlichen Anordnung der Elementarteile*, d. h. von der Struktur der lebendigen Substanz.

Die geordnete Lagerung der Teile, die *Struktur*, ermöglicht erst die Umwandlung chemischer Energie in mechanische und elektrische, d. h. in Energieformen, deren Entstehung viel unwahrscheinlicher ist, als jene von Wärme (*Boltzmann*), und die Erhaltung der Struktur ist eine *notwendige*, wenn auch vielleicht noch nicht hinreichende *Bedingung* für die „Erregbarkeit“.

Wenn wir aktive Bewegungen, die auf Reize erfolgen, bei Organismen beobachten, so haben wir nicht nur das Bestehen eines zum Leben hinreichenden Stoffwechsels, sondern auch die *physiologische Intaktheit der Struktur* nachgewiesen.

Unter *physiologischer Intaktheit der Struktur* verstehen wir nicht das unveränderte Aussehen eines histologischen Präparates der betreffenden Zellart! Es kann eine Zelle im histologischen Bilde, wie es die heutige mikroskopische Technik liefert, ganz unverändert aussehen und kann doch schon solche Störungen der physiologisch wichtigen, jenseits der Leistungsgrenze des Mikroskopes liegenden Strukturen erlitten haben, daß sie auf Reize nicht mehr mit Energieproduktion zu antworten vermag, und es kann andererseits eine Zelle histologisch schwer verändert erscheinen und doch noch funktionsfähig sein, wenn die Funktion auch vielleicht nicht mehr normal in bezug auf Quantität oder Qualität ist. So erscheint ein mit Fluornatrium vergiftetes Darmepithel histologisch nicht geschädigt, während es sich im physiologischen Versuch wie eine tote Membran verhält und die charakteristischen Eigenschaften des lebenden Epithels völlig verloren hat, die diesem ermöglichen, Stoffe durch den aktiven Vorgang der Resorption *gegen das Konzentrationsgefälle* vom Darmlumen zum Blut zu transportieren, und andererseits Stoffen, wie dem Zucker, den Durchtritt vom Blut in den Darm zu verwehren.

Das Kennzeichen der Ausführung von Bewegungen, seien es spontane oder Reizbewegungen, läßt aber bei sehr vielen lebenden Gebilden im Stich, weil es eine ganze Anzahl von Zellarten gibt, die überhaupt keine Bewegungen ausführen. (Abgesehen von den Massenverschiebungen, die bei der Teilung und beim Wachstum stattfinden, und die uns hier nicht interessieren, da wir ja die Kennzeichen des Lebens bei Zellen, die sich nicht mehr teilen und nicht wachsen, erörtern wollen.) An Sinneszellen, Ganglienzellen und peripheren Nerven, an den Epithelien

der Haut und vieler Schleimhäute sowie an den Drüsenzellen sind entweder überhaupt keine Bewegungen nachweisbar, oder diese treten doch nicht in einer Weise in die Erscheinung, daß man sie als Kriterien des Lebens verwenden könnte. Bei allen diesen Arten lebendiger Substanz verfügen wir nun über ein ganz außerordentlich feines Kennzeichen des Lebens: das ist die Produktion von *Elektrizität*, welche mit dem geordneten Ablauf des biochemischen Geschehens verbunden ist. Durch unsere feinen Instrumente, vor allem durch das Saitengalvanometer, das auch sehr *schnellen* Änderungen der elektrischen Potentiale mit seinen Bewegungen zu folgen vermag, kann sie nachgewiesen werden. Bei einem lebenden Gebilde, wie dem peripheren Nerven, ist der Nachweis des Aktionsstromes das *einzig*e Kriterium, das wir zur Unterscheidung des lebenden und toten Zustandes benutzen können. Erfolgt auf irgendeine Einwirkung auf den Nerven ein Aktionsstrom, so haben wir „Erregbarkeit“ nachgewiesen. Es kann aber die Erregbarkeit schwinden, und trotzdem das Leben noch nicht zerstört sein, wie die Rückkehr der Erregbarkeit unter geeigneten Bedingungen lehrt. An einem solchen unerregbar gewordenen Nerven haben wir vorläufig kein *momentan anwendbares* Kriterium zur Unterscheidung des lebenden und toten Zustandes, und erst *nachträglich*, wenn die Erregbarkeit nicht wiederkehrt, können wir konstatieren, daß der Tod bereits (wann?) eingetreten war, während die Rückkehr der Erregbarkeit den Fortbestand des Lebens anzeigt.

Zeigt uns die Erregbarkeit, festgestellt an Bewegungen oder Aktionsströmen, indirekt die Intaktheit der Struktur, so entsteht die Frage, ob wir bei Zellen, die keine Reizbewegungen zeigen, und bei denen aus äußeren Gründen keine Elektrizitätsproduktion nachweisbar ist, Mittel haben, um die *Intaktheit der Struktur* direkt nachzuweisen. Ein generell anwendbares Mittel zu diesem Nachweise fehlt uns vorläufig, aber wir können schon die Richtung angeben, in der sich die Forschungen bewegen müssen, die uns ein solches vielleicht verschaffen werden.

Seit langem betrachtet die Botanik den Nachweis, daß eine Zelle lebt, als erbracht, wenn sie die Fähigkeit zeigt, durch Salzlösungen entsprechender Konzentration „*plasmolisiert*“ zu werden, während eine Zelle, die diese Fähigkeit eingeübt hat, als tot gilt. Hier wird der Nachweis der normalen osmotischen Eigenschaften der Plasmahaut als Kennzeichen des Lebens verwendet. Für tierische Zellen ist ein der Plasmolyse entsprechender Versuch nicht zu machen, aber im Prinzip liegt ein ganz ähnlicher Gedanke den Versuchen zugrunde, die in letzter Zeit vielfach über die Unterschiede im osmotischen Verhalten einerseits, in der Fähigkeit der Quellung und Entquellung andererseits für lebende und abgestorbene oder abgetötete Gewebe durchgeführt worden sind. Wenn wir z. B. die Kontraktion

des Muskels als eine Quellungerscheinung auffassen und die Totenstarre als die letzte Kontraktion, auf die keine Entquellung (Expansion) folgt, wie bei dem normalen Muskel, sondern eine *Gerinnung*, die als „Lösung der Totenstarre“ bemerkbar wird, so würden wir den Eintritt des Todes auf den Moment festlegen, in dem die Eiweißkörper des Muskels in der *Gerinnung* eine *irreversible* Zustandsänderung erfahren haben, also auf den Moment der *Lösung der Starre*, da im Stadium der Starre noch die Möglichkeit einer Entquellung und damit einer Rückkehr zur Erregbarkeit, zum Leben bestehen würde; denn die Säurequellung des Muskels ist ein reversibler Prozeß. Wir müßten dann den totenstarren Muskel noch als „lebend“ bezeichnen, obgleich er nicht mehr erregbar ist und keine Elektrizitätsproduktion zeigt.

Im Prinzip steht nichts im Wege, entsprechende Methoden auf den unerregbaren peripheren Nerven oder andere Systeme anzuwenden, die keine Lebenserscheinungen zeigen und doch noch lebensfähig sind. Das Wesentliche würde bei diesen Mitteln zur Kennzeichnung des lebenden oder lebensfähigen Zustandes darin liegen, daß durch bestimmte physikalische Eigenschaften direkt die *Intaktheit der Struktur* der lebenden Substanz nachgewiesen wird, die wir bisher nur indirekt durch die Erregbarkeit oder die Fähigkeit zur Produktion mechanischer oder elektrischer Energie nachweisen konnten.

Fassen wir zusammen, so kann man sagen: Das einzige völlig unzweideutige und *allein* hinreichende Kennzeichen des Lebens ist die Produktion neuer lebendiger Substanz im *Wachstum* oder der *Zellteilung*.

Für Systeme, die diese Fähigkeit nicht mehr besitzen, kann der Nachweis der Belebtheit als erbracht gelten, wenn an ihnen aktive Bewegungen oder Elektrizitätsproduktion auf Reize hin, d. h. also *Erregbarkeit* nachgewiesen ist.

Der Nachweis von Sauerstoffverbrauch oder Kohlensäureproduktion zeigt das Vorhandensein eines *notwendigen*, aber allein nicht *hinreichenden* Kennzeichens des aktuellen Lebens: des *Stoffwechsels*, der aller lebenden Substanz zukommt, solange sie sich nicht im Zustande des latenten (virtuellen) Lebens befindet.

Während aber die Produktion von Bewegung und von Elektrizität sowie das Bestehen von Erregbarkeit die *Erhaltung der normalen Struktur* der lebendigen Substanz fordert, ist diese für die Stoffwechselvorgänge nicht unbedingt erforderlich. Nur die quantitativen Unterschiede in der Intensität der Prozesse der Atmung (oder Gärung) bei lebenden und abgetöteten Organismen sowie der Verlauf in länger dauernden Versuchen ermöglichen meist eine Unterscheidung dieser beiden Zustände. Als allgemeinstes Definitionsmerkmal jenes lebenden Zustandes, in dem die Vermehrungsfähigkeit verloren gegangen ist,

können wir allein die *Intaktheit der Struktur* betrachten, der räumlichen Anordnung der kleinsten Teile, die — nicht mit dem Mikroskop nachweisbar — sowohl die Erregbarkeit wie die Produktion von Elektrizität und mechanischer Energie unter geeigneten Bedingungen ermöglicht, und zu deren Nachweis physikalische Methoden verwendet werden müssen, die wir noch nicht in solcher Feinheit und allgemeinen Anwendbarkeit besitzen, daß wir in jedem Falle eine entschiedene Antwort auf die Frage geben können, ob eine Zelle, die wir untersuchen, „lebt“ oder tot ist.

Als den Moment des Zelltodes würden wir den Zeitpunkt zu bezeichnen haben, in dem die räumliche Anordnung der feinsten Teile, die *Struktur* der Zelle zerstört wird, so daß das geordnete Zusammenwirken aller der vielen Einzelprozesse nicht mehr möglich ist, die *alle* notwendigen Bedingungen des Lebens sind, und deren *Gesamtheit* wir erst mit dem Namen „*Leben*“ als etwas Eigenartig-Einheitliches dem viel einfacheren, nicht *organisierten* Geschehen in der unbelebten Natur gegenüberstellen.

Wir erhalten also eine Skala der Kennzeichen des Lebens: Das höchste Kriterium ist die *Fähigkeit* der Teilung, der *Vermehrung*, das folgende der Nachweis der „*Erregbarkeit*“, die sich in der Fähigkeit äußert, mechanische und elektrische Energie zu produzieren, und das letzte: der Nachweis der *Intaktheit der Struktur*, ein Kennzeichen, das prinzipiell auch auf die Zustände des latenten Lebens anwendbar wäre, zu dessen Anwendung uns aber zurzeit noch vielfach die experimentelle Möglichkeit fehlt.

## Die XVII. ordentliche Hauptversammlung der Schiffbau- technischen Gesellschaft.

(Schluß.)

### Das Wesen der Schiffshavarien.

Vorgetragen von

Diplomingenieur Fr. W. Achenbach, Berlin.

Sicherheit des Passagierverkehrs und Zuverlässigkeit der Warenbeförderung zur See sind elementare Anforderungen an die internationale Schifffahrt; sie können durch systematische Auswertung der Erfahrungen bei Seeunfällen unter Veredelung der schiffbaulichen Konstruktionen gesteigert werden. Von diesem Gedanken geleitet, hat der Vortragende in gedrängter Form eine Darstellung vom Wesentlichen der Seeunfälle gegeben.

Vom Standpunkt der Zweckmäßigkeit teilt er die Schiffsunfälle in drei Gruppen:

I. Die Ursache der Beschädigung oder des Totalverlustes ist bekannt:

1. Strandung,
2. Zusammenstoß,
3. Eis,
4. schweres Wetter,

5. Feuer,
6. Maschinenschaden.

II. Die Ursache ist nicht angegeben oder zweifelhaft:

7. Verschiedene Ursachen,
8. Nothafen angelaufen,
9. gekentert,
10. gesunken,
11. verlassen,
12. kondemniert.

III. Die Ursache ist unbekannt:

13. Verschollen.

Um einen Einblick in die Häufigkeit und Verteilung der wichtigsten Havariearten zu geben, untersucht er die im Jahrzehnt 1901—1910 gemeldeten Unfälle. Es ergibt sich — abgesehen von den Fällen des Kenterns, Sinkens und Verlassens von Schiffen —, daß die Strandungen sowohl der Zahl nach als auch nach dem Grade der Gefährlichkeit den ersten Platz einnehmen, indem durchschnittlich pro Jahr 258 Strandungen mit etwa 18 % Totalverlusten vorkommen. Die Zusammenstöße sind zwar fast ebenso häufig (225 pro Jahr), sie fordern jedoch nur etwa 4,5 % Totalverluste. Bei den Dampferhavarien ist die Tendenz unter Berücksichtigung der Frequenz des Verkehrs abnehmend, während bei Segelschiffen keine Besserung gegen früher zu konstatieren ist. In den Wintermonaten nimmt die Zahl der Unfälle gegenüber den Sommermonaten erheblich zu.

Sodann werden die allgemeinen Verhältnisse bei Stoßverletzungen besprochen, und es wird gezeigt, daß eine gewisse Biegsamkeit, günstige Massen- und Querschnittsanordnung der Struktur, ferner die Auswahl eines genügend zähen Baustoffs Vorbedingung für die zu erstrebende hinreichende Widerstandsfähigkeit des Schiffskörpers gegen Stoßverletzungen ist.

Der Vortragende erläutert sodann das Wesen der Strandung und der Kollision an Hand zahlreicher Lichtbilder. Bei der Strandung sind zwei Phasen zu unterscheiden:

1. das Auflaufen selbst,
2. das Verweilen des Schiffes auf der Untiefe.

Die Verletzungen in der ersten Phase werden um so geringer sein, je mehr in der Längsrichtung des Schiffes angeordnete Verbandsteile auf eine Vergrößerung des Bremsweges hinwirken, während in der zweiten Phase vor allem eine möglichst große Knickfestigkeit und Kompaktheit dieser Teile von Nutzen sein wird. Auch beim Zusammenstoß von zwei Schiffen bildet die Längsanordnung der Verbandsteile ein die Havarien abschwächendes Moment, so daß sich auf Grund einer eingehenden Betrachtungsweise nützliche Konstruktionsprinzipien zur Verminderung der Havariegefahren ableiten lassen, die sich zu der seither vorwiegend diskutierten Schottenteilung des Schiffesraumes und Vermehrung der Rettungsboote hinzugesellen müssen, wenn die Sicherheit der Schifffahrt einen höheren Grad als bisher erreichen soll.

Ein weiteres Kapitel behandelt das Altern der Schiffe: nicht nur die mit der Schiffslänge wachsende Inanspruchnahme der Schiffsverbände im Seegang, auch die Einflüsse der allmählichen Korrosion des Baumaterials beschränken die Lebensdauer eines Schiffes. Je größer ein Schiff ist, um so kürzer wird sein zu erwartendes Dienstalter sein, und es ist nach angestellten Untersuchungen anzunehmen, daß die Größe der Schiffe eine wesentliche Steigerung nicht mehr erfahren wird. Auch den Lebensbedingungen des Holzschiffes und seinen Vorzügen läßt der Vortragende Gerechtigkeit widerfahren.

Schadenfeuer an Bord nimmt mit Recht in neuerer Zeit das allgemeine Interesse in Anspruch, haben doch nicht weniger als 10 % aller Beschädigungen durch Feuer den Verlust des Schiffes zur Folge. Die Raumanordnung, das Baumaterial und die zahlreichen auf einem Schiff vorhandenen Wärmequellen bieten eigenartige — meist ungünstige — Verhältnisse für Entstehung, Ausbreitung und Bekämpfung eines Schadenfeuers an Bord. Hierzu kommt noch die Selbstentzündlichkeit mancher Ladungen, die besonders bei tiefschichtiger Lagerung und bei Anwesenheit von Feuchtigkeit gefährlich werden kann. Der Vortragende macht unter anderm den Vorschlag, eines der oberen Decks sowie einige Schotten aus Eisenbeton herzustellen, um eine bessere Löschbasis zu haben und um das Feuer sicherer als bisher lokalisieren zu können.

Der letzte Abschnitt handelt von dem Untergang der Schiffe. Es bestehen dreierlei Möglichkeiten:

1. Das Schiff kann, sich gleichmäßig mit Wasser füllend, parallel wegsinken.
2. Es kann sich vorn oder hinten eher füllen und demgemäß um die Querachse kentern.
3. Es kann infolge seitlicher Einflüsse beim Vollaufen die Querstabilität einbüßen und um die Längsachse kentern.

Paralleles Versinken ist bei Havarien schon infolge des Seeganges seltener zu erwarten als Quer- oder Längskentern, und demgemäß ist bei allen Sicherheitsmaßnahmen, im besonderen bei der Schottenteilung, die Stabilitätsfrage in erster Linie zu berücksichtigen. Als neues Kriterium für hinreichende Anfangsstabilität schlägt der Vortragende den auf das Schiff übertragenen Begriff der Empfindlichkeit vor, der sich in der Form ergibt:

$$\epsilon_B = \frac{B}{2 \overline{MG}_B \cdot D} \text{ bzw. } \epsilon_L = \frac{L}{2 \overline{MG}_L \cdot D},$$

wobei  $L$  die Schiffslänge,  $B$  die Schiffsbreite,  $\overline{MG}_B$  und  $\overline{MG}_L$  die metazentrischen Höhen für die Längs- bzw. Querachse und  $D$  das Deplacement des Schiffes bedeuten.

Zum Schluß macht der Vortragende zur Erhöhung der Sicherheit der Seeschiffe den Vorschlag, die Schiffe über Wasser breiter zu machen als unter Wasser, damit sie bei seitlicher



Neigung infolge einer Havarie des Unterwasser-  
teils die nötige Seitenstützung finden.

Die Ausführungen des Vortragenden gipfeln  
in der Forderung, daß zur Erhöhung der Sicher-  
heit der Schifffahrt mehr wie bisher die prak-  
tischen Betriebserfahrungen der Gesamtheit der  
Schiffbauingenieure zugänglich gemacht werden  
mögen, damit möglichst viele Köpfe an der kon-  
struktiven Vervollkommenung der Schiffe mit-  
sehenden Augen teilnehmen können. Er weist auf  
die Notwendigkeit einer eigenen Fachsam-  
mlung für das Gebiet der Schiffbautechnik hin, die  
vor allem dem Fachmann Anregung und Bildungs-  
möglichkeit auf dem bisher nur wenig systema-  
tisch behandelten Gebiete der Schiffshavarien  
bieten soll.

### Diskussion.

An den Vortrag, der so mancherlei Interessen und  
Vorurteile berührte, schloß sich, wie zu erwarten war,  
eine lebhafte Diskussion. Der erste Redner war Herr  
Schiffbauingenieur *Buchsbaum* vom Germanischen  
Lloyd, der deutschen Klassifikationsgesellschaft für  
Schiffe. Er führte ungefähr folgendes aus:

Es sei richtig, daß Träger um so geeigneter zur  
Aufnahme von Stoßdrücken seien, je kleiner ihr Träg-  
heitsmoment sei. Dies gelte, solange es sich um allein-  
stehende Träger handle. Im Schiffbau jedoch soll der  
Träger nicht nur vor Zerstörung bewahrt werden, er  
soll auch die Beplattung stützen. Daher müsse der  
Träger Steifigkeit haben. Außerdem treten bei den  
im Schiffbau vorkommenden Trägern außer der Reak-  
tion in der Achse des Trägers noch anders gerichtete  
Reaktionen auf, die ebenfalls bedingen, daß der Träger  
nicht möglichst weich, sondern möglichst starr gemacht  
werden müsse. Was das Altern der Schiffe anbetreffe,  
so komme es bei großen Schiffen nur selten vor, daß  
das Schiff eine Welle gleich seiner Länge antrifft. In-  
folgedessen sei es berechtigt, die Beanspruchung der  
großen Schiffe höher zu wählen. Allerdings sei es  
das Bestreben gewesen, die Außenhaut der Schiffe zu  
verringern, jedoch unter Berücksichtigung einer zweck-  
mäßigeren Verteilung des Materials. Die aufgetretenen  
Schäden seien nur lokaler Natur gewesen. Die Be-  
anspruchung der Bodenplatten sei bei den Längsspan-  
tenschiffen nicht kleiner, wie Herr *Achenbach* an-  
gegeben, sondern größer als bei den Querspan-  
tenschiffen, denn die Längsspanntentfernung sei größer als  
die Querspanntentfernung, und die Außenhaut sei um  
ein geringes dünner geworden. Die Frage der Ab-  
rostung der Bodenplatten könne nicht in der Weise  
beurteilt werden, daß eine gleichmäßige Abminderung  
der Plattendicke zugrunde gelegt werde, denn es bil-  
deten sich ungleichmäßig verteilte, mehr oder weniger  
tiefe Roststellen. Der durch solche Fehlstellen ent-  
stehende Schaden sei bei den Vorschriften der Klassi-  
fikationsgesellschaft berücksichtigt.

Zum Schluß sucht der Redner die Forderung des  
Vortragenden als unbegründet nachzuweisen, daß dem  
Schiffbau durch allseitige Vermittlung der Betriebs-  
erfahrungen an die Ingenieure eine breitere Basis ge-  
geben werden müsse, denn die Klassifikationsgesell-  
schaften, die Reedereien usw. hätten alle ihre prak-  
tischen Schiffbauingenieure, die beim Wechsel ihrer  
Positionen die Erfahrungen von Werft zu Werft  
brächten.

Als zweiter Diskussionsredner trat Herr Dr.-Ing.  
*Foerster*, der Chef des Schiffswesens der Hamburg-  
Amerika-Linie, auf:

Er wolle zu dem dankenswerten und anregungs-  
reichen Vortrag des Herrn *Achenbach* nur einige Be-  
merkungen vom Standpunkte des Schiffsbetriebs  
machen. Es sei Herrn *Achenbach* bei Niederschrift  
seiner Anregungen wohl unbekannt gewesen, daß der  
Groß-Schiffbau auf gutem Wege sei, diese Anregungen  
auszuführen. Es sei durchaus keine Utopie, daß man  
ganze Querschotte aus Eisenbeton machen solle und  
könne. Auf den Dampfern der Imperatorklasse seien  
bereits 150—170 t einer betonartigen Masse eingebaut.  
Auch der Gedanke, die Schiffe durch Verbreite-  
rung über der Schwimmbene zu sichern, stand bereits  
im Jahre 1900 vor der Verwirklichung. Allerdings sei  
nicht anzunehmen, daß die Schwingungsverhältnisse  
eines solchen Schiffes besser würden, da schleudernde  
Bewegungen infolge des sprunghaften Verlaufes der  
Stabilitätskurve zu befürchten seien. Im übrigen sol-  
len die Verdienste des Vortrages in keiner Weise ge-  
schmälert werden; im Gegenteil ist Redner der An-  
sicht, daß der Vortrag voller Anregungen steckt und  
in bezug auf die Darstellungen der Schiffshavarien  
wirklich Wertvolles gebracht hat.

Herr Zivilingenieur *Benjamin* (Hamburg) vermag  
dem Vortragenden in einigen Punkten der Stabilitäts-  
frage nicht beizustimmen. Zunächst hält er die For-  
mel für den Kieldruck, bei welchem die Umfangs-  
stabilität Null werde,  $K = D \cdot \frac{MG}{T}$  für unrichtig.

Auch Angaben über die metazentrische Höhe verschie-  
dener Dampfer hält er mit Rücksicht auf die Variation  
dieser Größe bei Zu- oder Abladung für bedenklich.  
Der Ausdruck der Empfindlichkeit sei wohl richtig,  
jedoch würde ein Schiff nicht wie eine Wage durch  
am Ende des Wagebalkens wirkende Kräfte be-  
anspruchung.

Weiter suche der Vortragende nachzuweisen, daß  
die Querstabilität besser gesichert sei als die Längs-  
stabilität. Bei näherem Eingehen jedoch ergäbe sich  
das gerade Gegenteil, da es auf die dynamische Sta-  
bilität ankomme. Es sei eben nicht angängig, die  
Stabilität zu schützen, jeder einzelne Fall müsse durch-  
gerechnet werden.

In dem Schlußwort führte Herr *Achenbach* ungefähr  
das Folgende aus:

Der Vortrag, welcher nur als Anregung gedacht  
war, überschreite bereits erheblich den zulässigen Um-  
fang, und es sei daher nicht möglich gewesen, alle  
Punkte so eingehend zu erörtern, wie es dem Vortra-  
genden selbst wünschenswert gewesen wäre. Was die  
Äußerung von Herrn *Buchsbaum* anbetreffe, so seien  
die für den Träger maßgebenden Drücke diejenigen,  
welche in seiner Hauptachse wirkten, alle anderen  
hätten nur sekundäre Bedeutung. Er sei gegen die  
großen Erleichterungslöcher in den Bodenwrangen und  
wolle, daß an der Außenhaut regelrechte Träger sitzen,  
also gerade das Gegenteil von dem, was Herr *Buchs-  
baum* ihm unterstellt habe. In bezug auf die  
Schwächen der Außenhaut in neuerer Zeit verweise er  
auf den Vergleich der älteren Eisenschiffe mit den  
modernen Stahlschiffen: Der Ersatz durchgerosteter  
Außenhautplatten sei bei den letzteren erheblich um-  
fangreicher, als bei den Eisenschiffen mit der dickeren  
Außenhaut. Betreffe der Ansicht, daß die Bean-  
spruchungen im Boden der Längsspanntenschiffe größer  
seien als bei Querspanntenschiffen, verweise er auf den

Vortrag von Herrn Professor *Lienau* im vorvergangenen Jahre. Es sei eben gerade der Vorteil des Längsspanntenschiffes, daß die lokalen Beanspruchungen durch den Wasserdruck erheblich geringer seien als beim Querspanntenschiff. Es sei dem Vortragenden angenehm zu hören, daß im Germanischen Lloyd eine so breite Basis vorhanden sei. Man könne als Außenstehender jedoch nicht beurteilen, wie die Vorschriften des Germanischen Lloyd zustande kämen, und das sei für den fortschrittlichen Ingenieur unerläßlich. In der Art und Weise, wie Herr *Buchsbaum* die Sache darstelle, indem durch die Abwanderung der Ingenieure von Werft zu Werft die praktischen Erfahrungen verbreitet werden könnten, liege doch kein System: Auf Systematisierung komme es aber gerade an.

Zu den sehr interessanten Mitteilungen des Herrn Dr. *Foerster* habe er zu bemerken, daß die Schwingungsverhältnisse des Schiffes dynamische Vorgänge seien und daß, selbst wenn die statische Stabilitätskurve einen Sprung aufweise, doch die Integralkurve derselben, die dynamische Stabilitätskurve, wieder ganz kontinuierlich verlaufe und also niemals eine stoßweise Bewegung des ganzen Schiffes eintreten könne.

Zu den Ausführungen des Herrn *Benjamin* bemerke er, daß die Formel  $K = D \cdot \frac{MG}{T}$  richtig sei. Der Gegenbeweis würde wohl schwer zu erbringen sein. Was die Ausdrücke der Empfindlichkeit betreffe, so müßten für die Hebelsarme zum Zwecke des Vergleichs konstante Werte eingeführt werden, und daher seien die halbe Breite und die halbe Schiffslänge gewählt worden.

Bei der bemängelten Betrachtung des Vergleichs von Längs- und Querstabilität sei zu bedenken, daß es sich um lecke Schiffe handle, und da sei doch voraussichtlich die Längsstabilität weniger gut gesichert als die Querstabilität, da die Grenzneigungswinkel erhebliche Unterschiede zu ungunsten der Längsstabilität aufwiesen. Es liege durchaus nicht in der Absicht des Vortragenden, die exakte Rechnung durch eine Schätzung zu ersetzen, wenn eine planmäßige Schätzung in der Praxis auch nicht entbehrlich werden könne. Daß die Anfangsstabilität nach Grenzwerten bemessen werde, beweise das Unglück der „Eastland“, dem 1800 Menschen infolge Kenterns zum Opfer gefallen seien.

## Über die Aufstiegsverhältnisse von Wasserflugzeugen und Flugbooten.

Vortrag von *Diplomingenieur K. Schaffran*,

Vorsteher der Schiffbau-Abteilung der Kgl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin

Die schnelle Vervollkommnung der Landflugzeuge in den letzten Jahren hatte aber auch den Gedanken aufkommen lassen, ähnliche Apparate im Dienste der Kriegsmarine als Angriffs- und Verteidigungsmittel wie besonders für Aufklärungszwecke heranzuziehen. Während nun der Aufstieg von Landflugzeugen bei Wahl geeigneter Plätze verhältnismäßig einfach auszuführen war, stellten sich demgegenüber bei Marineflugzeugen nicht unerhebliche Schwierigkeiten entgegen. Man versuchte anfangs das Problem des Aufstieges in der Weise zu lösen, daß man gewöhnliche, mit Fahrgestellen versehene Landflugzeugapparate an

Bord mitnahm und sie von einer auf der Back der Schiffe besonders zu diesem Zweck angeordneten genügend langen und breiten Plattform abfahren ließ. Die Nachteile, welche diesem Verfahren anhafteten, bestanden vor allem in der Abhängigkeit der Flugzeuge von ihren sogenannten Mutter-schiffen und in der Schwierigkeit, nach ausgeführtem Fluge in ähnlicher Weise wieder auf diese Fahrzeuge niederzugehen. Befand sich das Fahrzeug gar in großer Entfernung von seinem Schiffe oder der Küste, so gab es im Falle des Versagens des Motors überhaupt keine Möglichkeit, den Apparat in Sicherheit zu bringen. Um dies dennoch zu erreichen, ordnete man im nächsten Stadium der Entwicklung außer dem mit den Ablafrädern versehenen Fahrgestell boots-ähnliche Schwimmer an, bei denen sich der Apparat nach einem freiwilligen oder unfreiwilligen Niedergehen auf dem Meere nicht nur längere Zeit schwimmend erhalten, sondern auch mit Hilfe des Propellers in diesem Zustande noch auf der Wasseroberfläche mit ziemlich großer Geschwindigkeit vorwärts bewegen konnte. Dabei fand die Abfahrt nach wie vor immer noch allein von Bord der Schiffe aus statt, zu denen die Apparate zu diesem Zweck nach dem Niedergang auf dem Wasser erst wieder zurückkehren mußten. Bei dieser Bauausführung der Wasserflugzeuge, nämlich gleichzeitiger Ausrüstung mit Fahrgestell und Schwimmern, auf welche einige Marinen längere Zeit großen Wert zu legen schienen, wurden die Apparate recht schwer und unbeholfen und verloren, besonders infolge des großen Gewichts, viel von den wertvollen Eigenschaften, die für sie zum eigentlichen Fliegen erforderlich waren. Eine gewisse Vervollkommnung erzielte man bei diesen Typen dadurch, daß man den Schwimmern eine dem Gleitboot ähnliche Form gab, um beim Anfahren durch Hinausgleiten der Schwimmer aus dem Wasser unter günstigen Wind- und Seegangsverhältnissen auch einen Aufstieg des Flugzeuges direkt vom Wasser aus zu ermöglichen. Allerdings zeigte sich dabei, daß dies in den meisten Fällen so gut wie ausgeschlossen war, wenn die Laufräder, die wegen des Abfahrens von Bord aus und wegen des Niedergehens an Land unterhalb der Schwimmkufen angebracht werden mußten, in der Periode vor dem eigentlichen Aufstieg in das Wasser eintauchten. Der zusätzliche Widerstand der Räder war nämlich so bedeutend, daß das Flugzeug bei der Fahrt auf dem Wasser gar nicht diejenige Geschwindigkeit erreichen konnte, welche erforderlich war, um den Tragdeckflächen die für das Abheben des Apparates vom Wasser nötige Auftriebskraft zu erteilen. Man suchte diesem Übelstande nun durch wegklappbare Fahrräder abzu-helfen, welche bei der Abfahrt auf dem Wasser nicht mehr eintauchten, sondern nur in dem Falle des Abfahrens von Bord oder des Niedergehens an Land unter die Schwimmer gestellt zu werden brauchten. Diese Art der Ausführung brachte,

abgesehen von der großen Kompliziertheit und der damit verbundenen Betriebsunsicherheit, den Nachteil einer weiteren Gewichtsvermehrung mit sich, so daß hierdurch das Problem des Auf- und Abstieges noch nicht in einwandfreier Weise gelöst erschien. Erst nach richtiger Durchbildung und Formgebung der Konstruktion der Schwimmer erhielt man ein geeignetes Wasserflugzeug, welches imstande war, selbst unter schwierigen Wetterverhältnissen vom Wasser aufzusteigen, als auch mit Sicherheit auf dasselbe niederzugehen. Hierdurch erst war für die Wasserflugzeuge die eigentliche Basis ihrer Verwendungsmöglichkeit gegeben.

Bevor auf den eigentlichen Gegenstand des Vortrages, d. h. die Untersuchungen über die zweckmäßigste Form von Schwimmern für Wasserflugzeuge und Flugboote zur Erzielung günstigster Aufstiegsverhältnisse vom Wasser näher eingegangen wird, werden zunächst die verschiedenen Schwimmeranordnungen, welche im Laufe der Entwicklung bei Wasserflugzeugen gewählt worden sind, einer kurzen Betrachtung unterworfen.

Die Schwimmer haben in erster Linie den Zweck, das Flugzeug in seiner Ruhelage auf dem Wasser schwimmfähig zu erhalten. Hierfür ist, abgesehen von dem erforderlichen Displacement und Reservedisplacement, vor allem ein genügendes Maß an Quer- und Längsstabilität erforderlich. Die nötige Querstabilität läßt sich auf drei verschiedene Arten erreichen:

1. durch ein symmetrisch zu der Längsachse des Flugzeuges angeordnetes Schwimmerpaar;
2. durch einen zentralen Einzelschwimmer mit seitlichen kleinen Stützschwimmern unter den Tragdecks;
3. durch einen Einzelschwimmer von genügender Breite, das sogenannte Flugboot.

Vertreter dieser verschiedenen Typen werden in Abbildungen zunächst rein schematisch zur Darstellung gebracht, ebenso wie die mannigfachen Schwimmerkonstruktionen einer Reihe von ausgeführten Flugzeugen, die zum größten Teil nur noch historischen Wert haben, aber gerade aus diesem Grunde zur Kennzeichnung der Entwicklung dienen.

Da ein modernes Wasserflugzeug in seiner vollkommenen Bauausführung als ein Apparat zu definieren ist, der nicht nur auf der Wasseroberfläche fahren oder in der Luft fliegen kann, sondern auch imstande sein soll, mit eigener motorischen Kraft von dem einen Element zum anderen leicht und sicher überzugehen, und da gerade die zuletzt angeführte Eigenschaft für die Verwendungsmöglichkeit von Wasserflugzeugen im Dienste der Kriegsmarine von ausschlaggebender Bedeutung war, so werden darauf die allgemeinen Bedingungen erörtert, welche für den Aufstieg in Frage kommen, nämlich Verlauf der Auftriebskräfte, Frontwiderstände in der Luft und

auf dem Wasser, Gesamtreaktion des Wassers auf die Schwimmer, Propellerschubkraft und kritische Geschwindigkeit. Von besonderer Wichtigkeit ist für den Konstrukteur die Kenntnis des Wasserwiderstandes, welcher in der Periode der Anfahrt bei der sogenannten kritischen Geschwindigkeit sein Maximum erreicht. Ist in diesem Augenblick die mit der Geschwindigkeit abzunehmende Propellerschubkraft des Motors nicht groß genug, um den Gesamtwiderstand zu überwinden, so wird es dem Flugzeug nicht möglich sein, auf diejenigen Geschwindigkeiten zu kommen, bei welchen die Tragdecks imstande sind, es von der Wasseroberfläche abzuheben. Außer der Gesamtreaktion des Wassers auf die Schwimmer, welche unter Umständen ein schädliches Kippmoment hervorruft, das nur durch das Höhensteuer aufgenommen werden kann, ist besonders der Anstellwinkel von Interesse, unter welchem die Schwimmer im Bereich der kritischen Geschwindigkeiten zwecks Erreichung möglichst geringen Frontwiderstandes bei großen Auftriebskräften zu fahren sind.

Gegenstand der Modellversuche, deren Methode und Auswertung an einem Beispiel erläutert werden, ist die Ermittlung der günstigsten Lage des Bootes der Länge des Flugzeuges nach mit Bezug auf den Systemschwerpunkt bei verschiedenen Anstellwinkeln und Feststellung des zweckmäßigsten Anstellwinkels in der Periode während der Anfahrt bis zum Aufstieg vom Wasser.

Ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung der im Bereich der kritischen Geschwindigkeit vorliegenden Verhältnisse bildet, abgesehen von dem Verlauf der auftretenden Luftwiderstände des ganzen Flugzeuges, wie bereits erwähnt, auch die mit der Erhöhung der Geschwindigkeit abfallende Propellerschubkraft. Es werden daher an dem Beispiel eines untersuchten Modell-Luftpropellers die zu erwartenden Wirkungsgrade, Tourenzahlen und erforderlichen Leistungen errechnet, welche sich nach Modellversuchen für die Konstruktion eines bestimmten Flugzeuges ergeben.

Nachdem so die eigentliche schiffbautechnische Seite dieses Problems beleuchtet worden ist, wird auch eine kurze Einführung in den rein flugtechnischen Teil gegeben unter Erörterung der Auftriebs- und Widerstandsverhältnisse von Tragdecks verschiedener Krümmung und Länge-zu-Breite-Verhältnissen bei verschiedenen Anstellwinkeln und Geschwindigkeiten zwecks Erreichung möglichst günstiger Übersetzungsverhältnisse.

Zum Schluß wurde durch kinematographische Vorführungen das Zuwasserlassen, der Aufstieg wie das Zuwassergehen eines österreichischen Wasserflugzeuges vorgeführt.

Eine Diskussion über diesen Vortrag fand mit Rücksicht auf die Landesverteidigung nicht statt.

## Induktiver und deduktiver Vitalismus.

Von Privatdozent Dr. Julius Schaxel, Jena.

H. Driesch befolgt im Beginne seiner Forschung die Arbeitsweise, die die nach den Ursachen des Lebensgeschehens suchenden Biologen anwenden. Vom Anfange der neunziger Jahre an bemüht er sich, mit analytischen Experimenten der organischen Formbildung beizukommen. Das Leben wird am lebenden Objekt in einzelnen Erscheinungen untersucht. Gar bald stößt *Driesch* auf Grenzen seiner Analysis, die er als unüberwindliche ansieht. Er hält das von ihm Unaufgelöste für unauflösbar und proklamiert angesichts des elementaren vitalen Naturfaktors den Vitalismus. Entelechie gestaltet nach *Driesch* als unräumliches Agens die organischen Formen im Raume. Von dieser Erkenntnis geblendet handelt *Driesch* ohne weitere Untersuchungen auch die organischen Bewegungen ab. Nach dem Muster seiner versagenden Analysis der Gestaltungen kommt er zu dem Ergebnis, daß bei der Handlung zwischen Reiz und Reaktion das elementare Psychoïd tritt, das den Organismus in maschinell nicht faßbarer Weise bewegt.

Mit der Befestigung seiner theoretischen Anschauungen tritt bei *Driesch* die forschende Arbeit mehr und mehr zurück. Sie endet von unwesentlichen Nachträgen zu Früherem abgesehen schon vor der großen Zusammenfassung seines Werkes in der Philosophie des Organischen, die er 1908 in den Gifford-Lectures gibt<sup>1)</sup>. Immerhin schätzt er 1905 die Bedeutung der Tatsachenermittlung für die theoretische Folgerung noch sehr hoch ein, wenn er bei dem Vergleiche seiner Beweise für die Autonomie des Lebens mit dem älteren Vitalismus sagt<sup>2)</sup>: „Einzelphänomene werden es sein, auf welche sich dieser Nachweis erstrecken wird. Diese Beschränkung wird unseren ‚Vitalismus‘ äußerlich weniger glänzend erscheinen lassen, aber ihn innerlich fester gestalten als seine vielen Vorgänger.“ Nach der in seiner Ordnungslehre<sup>3)</sup> (1912) geleisteten erkenntniskritischen Vorarbeit glaubt *Driesch* von der induktiven Methode absehen zu müssen. Er bietet daher in der 1914 erschienenen englischen Ausgabe<sup>4)</sup> seines Buches von 1905 „a system of Vitalism that does not ascend from the facts to a theory, but descends from a theory, i. e. a logic of possibilities, to the fact, i. e. to realities“. Mit solchem deduktiven Vitalismus „as a real union of logic and biology, or rather as a sort of filling out of certain departments of logic with biological facts“ kehrt *Driesch* der Naturforschung den Rücken. Indem er seine biologischen Meinungen in dem Gewande

eines apriorischen Kategoriensystems vorträgt, entrückt er sie der Kritik des an die Einzelerscheinungen gebunden bleibenden Forschers.

*Driesch* war vielleicht einmal berufen, für die in das Stadium der Selbstbesinnung getretene Biologie die Aufklärung über die Richtlinien ihres Tuns anzubahnen. Er hat es aber vorgezogen, eine von den Sachkennern nicht eben freudig begrüßte Verbesserung *Kants* zu versuchen und vor den Biologen den Vorhang des deduktiven Vitalismus zu entrollen, der ihnen die Aussicht auf einen immer tiefer dringenden Einblick in die Probleme des Lebendigen raubt.

Die geschickte Unternehmung *Drieschs*, vor den greifenden Händen des Forschers in den Dunst einer neuen Logik zu entschweben, kann aber doch nicht darüber hinwegtäuschen, daß dem Gehalte nach sein deduktiver Vitalismus nur das umfaßt, was bereits zur Begründung des induktiven als Material gedient hat. Sorgsame Prüfung zeigt nun, daß dieses Material in keiner Hinsicht die Deutung zuläßt, die *Driesch* ihm gibt.

Die Analysis der organischen Formbildung rechtfertigt die Annahme des Waltens einer formbildenden Entelechie durchaus nicht. Auf diesem Gebiete sind wir in der Lage, den Vitalismus gründlich zu widerlegen<sup>1)</sup>. Wir brauchen uns nämlich gar nicht darauf einzulassen, die prinzipielle Möglichkeit der mechanistischen Deutung für gewisse rätselhafte Lebensvorgänge nachzuweisen, sondern das tatsächliche Eindringen in den Mechanismus der ontogenetischen Determination lehrt vielmehr, daß die dem angeblichen Nachweise der Lebensautonomie zugrunde gelegten Erscheinungen in der Natur überhaupt nicht vorkommen. Die Entelechie ist kein Naturfaktor eigener Art, nicht weil physikalische und chemische Faktoren das leisten, was sie leisten soll, sondern weil die ihr zugeschriebene Leistung überhaupt nicht geleistet wird. Die Erklärung für die dunklen Potenzen, die *Driesch* den morphogenetischen Systemen zuschreibt, ist nicht in diesen, sondern in den Möglichkeiten zu finden, die seine nicht hinreichend durchleuchteten Experimente in sich schließen.

Bei der Durchforschung der Formbildung hat es *Driesch* an Gründlichkeit fehlen lassen. Hinsichtlich der organischen Bewegungen begeht er eine grobe Vernachlässigung des von ihm selbst in keiner Weise bereicherten Tatsachenbestandes. Gelegentlich einer anderen Orts auf Grund des zurzeit Bekannten zu entwickelnden Theorie des tierischen Verhaltens wird das ausführlicher darzustellen sein. Hier müssen kurze Hinweise genügen. *Driesch* sagt von der Handlung des Menschen und der höheren Tiere, daß in ihr Reiz und Reaktion einander als Totalitäten individuellen Charakters zugeordnet sind, wobei eine absolute Unabhängigkeit in der Kombination der beider-

<sup>1)</sup> H. Driesch, Philosophie des Organischen. Leipzig, W. Engelmann, 1909, 2 Vol., 333 u. 341 S.

<sup>2)</sup> H. Driesch, Der Vitalismus als Geschichte und als Lehre. Leipzig, J. A. Barth, 1905, 246 S.

<sup>3)</sup> H. Driesch, Ordnungslehre. Jena, E. Diederichs, 1912, 355 S.

<sup>4)</sup> H. Driesch, The history and theory of Vitalism. London, Macmillan & Co., 1914, 239 S.

<sup>1)</sup> J. Schaxel, Die Leistungen der Zellen bei der Entwicklung der Metazoen. Jena, G. Fischer, 1915, 336 S.

seitigen einzelnen Elemente besteht. Die freie, wenn auch in sich gesetzmäßige Kombinatorik der Reaktionselemente gilt als die Leistung der „Seele“ oder, in objektivierender Terminologie, des Psychoids. Von dieser bei *Driesch* recht umständlich formulierten Aussage trifft soviel zu, als allerdings für keine tierische Verhaltungsweise eine Gleichung: Reiz = Reaktion aufgestellt werden kann. Seine weiteren Ausführungen dazu fördern die Einsicht in die Sachlage kaum.

Ehe wir daran gehen, eine einzelne tierische Handlung in ihrem Verlaufe zu analysieren, insbesondere ehe wir zum Zwecke der Analysis in einen Bewegungskomplex experimentell eingreifen, müssen wir uns einen Überblick über die bei der betreffenden Art überhaupt vorkommenden Leistungen verschaffen. Da gilt allgemein folgendes: Jedes Tier ist ein in typischer Entwicklung begriffener Organismus von typischem Bau. Auch die Funktionen seiner Organe sind typische, damit auch die Leistungen, durch die es sich mit seiner Umwelt auseinandersetzt. Jede Art ist auf ihr typisches Aktionssystem beschränkt; d. h. sie kann unter allen Umständen nur eine bestimmte Anzahl von bestimmten Aktionen (Leistungen) ausführen. Diese Aktionen werden mit einer gewissen Vollkommenheit und Selbständigkeit ausgeführt. Insofern ist die jeweilige Reaktion nicht so sehr eine auf einzelne Reize zu beziehende *Reaktion*, als vielmehr eine selbständige und in sich geschlossene *Aktion*, für die der Reiz vielfach nur auslösende, meist mitbestimmende, nie aber allein bestimmende Bedeutung hat. Das Tier ist weder frei hinsichtlich der Möglichkeiten seines Verhaltens noch ein Sklave der an ihm zerrenden Umweltwirkungen. Es gibt nichts Zwecktätiges in ihm, das es allen oder doch vielen Situationen gewachsen macht, noch ist es schlechthin eine Marionette der Reize. Vielmehr hält es sich immer in den Grenzen seines typischen Aktionssystems, wenn es in Abhängigkeit von der wechselnden Lebenslage agiert. Das typische Aktionssystem, die Determination der einzelnen Aktionen und die Bedeutung der Folge der ausgeübten Aktionen für das Verhalten sind Probleme, die in ihrem ganzen Bereich der analytischen Untersuchung zugänglich und bereits erfolgreich in Angriff genommen sind. Bei einer angemessenen Fragestellung findet sich nirgends Gelegenheit zu der Einführung eines unanalysierbaren Psychoids, das durch eine nur scheinbare Objektivierung der Fragen und Antworten einer hoffnungslosen Pseudopsychologie Raum gibt.

Die Grundlagen des induktiven Vitalismus sind durchweg schlichte Irrtümer der Beobachtung und Tatsachenverwertung, mit deren Aufdeckung und Richtigstellung er aus dem biologischen Theoriengebäude ausscheidet. Der deduktive Vitalismus mag neben vielen anderen naturphilosophischen Versuchen in das Museum der menschlichen Meinungen eingereiht werden.

## Besprechungen.

**Liebert, Arthur, Das Problem der Geltung.** Berlin, Reuther & Reichard, 1914. VI, 262 S. Preis M. 8,—.

Was der Titel dieser Schrift besagen will, drückt der Verf. selbst in der Kürze etwa mit folgenden Worten aus: „Die Aufstellung des Problems der Geltung ist nichts Willkürliches, nichts Gelegentliches. Sie erfolgt vielmehr aus dem Begriff und Sinn der Philosophie selber mit zwingender Notwendigkeit. Während es jede andere Wissenschaft, jede einzelne Erkenntnis mit dem zu tun hat, was „ist“, mit den Erscheinungen und deren Gesetzen sich beschäftigt, und ihrer ganzen Struktur und Richtung nach eine Analyse des Tatsächlichen als Tatsächlichen, als Gegebenen ist, bleibt es der Philosophie im engsten Sinne vorbehalten, der Untersuchung des „Seins“ gegenüber die Frage nach der *Geltung*, nach dem *Gehalt*, nach dem *Sinn*, nach dem *Wert* des Seins aufzuwerfen und den Sinn dessen zu erhellen, was unter dem Sein und als Sein verstanden wird. . . . Man könnte mit dem gleichen Rechte statt des Wortes Geltung auch „Sinn“, „Wert“, „Gehalt“, „Bedeutung“, „Rechtfertigung“, „Begründung“, „Grundlegung“ setzen.“ Wenn die Wahl gerade auf die Bezeichnung „Geltung“ fiel, so hat dies seinen Grund einmal darin, daß sie wegen ihrer begrifflichen Weite von Anfang an gerade für die uneingeschränkste Fragestellung am tauglichsten erscheint, sodann in dem Umstande, daß sie in der Philosophie der Gegenwart häufig angewandt wird, u. a. mit besonderer Vorliebe von *Lotze*, „dessen Philosophie in der Gegenwart zu vordringendem Einfluß gelangt“.

Das Problem der Geltung wird nun in der vorliegenden Schrift nicht in seinem ganzen Umfange, sondern nach seinen wichtigsten prinzipiellen Seiten behandelt, und auch dies nur teilweise in systematischen Darlegungen, vielmehr unter steter Auseinandersetzung mit den entsprechenden Anschauungen, welche in der Philosophie der Gegenwart hervortreten. Der letztere Gesichtspunkt tritt sehr stark in den Vordergrund, oft auch da, wo er nicht ausdrücklich hervorgehoben wird, und ausgedehnte Abschnitte der Schrift sind ebenso der Darstellung und Charakteristik wie der Kritik zeitgenössischer philosophischer Anschauungen, soweit sie das Problem der Geltung behandeln, gewidmet, so den Anschauungen von *Vaihinger*, *Bergson*, *Dilthey*, *Lotze*, *Münsterberg*, *Bolzano*, *Husserl*, *Richl*, *Herm. Cohen* und den Neukantianern *Rickert*, *Lask* usw. Gerade dadurch aber gewinnt die klar und sachlich gehaltene Schrift auch einen über die bloße Monographie hinausgehenden Wert als vortreffliche Einführung in ausgedehnte Problemkreise der Philosophie der Gegenwart.

Es sind vor allem die beiden wichtigsten prinzipiellen Geltungsreihen, die psychologische und die logische, mit denen sich der Verfasser eingehend kritisch beschäftigt. Von der einen Seite, den Psychologen, wird das Psychische, allgemein ausgedrückt das Leben und Erleben, als der unbedingte Geltungswert behauptet, auf den alle Erkenntnis, also vor allem auch die Philosophie, sich gründen, in dem sie ihre letzte Rechtfertigung suchen müsse; auf der andern Seite behaupten die *Logizisten*, die Vertreter des logischen oder, wie der Verf. meist sagt, des logisch-kritischen Geltungsgesichtspunktes, daß der letzte und fundamentale Geltungswert, auf den die philosophische Begründung und Untersuchung sich stützen, und von dem sie ihren Ausgang nehmen muß, begriffsmäßigen Charakter besitzen, daß er logische Bedeutung haben muß. Diese



beiden grundsätzlichen Formationen des Geltungsgedankens umfassen das gesamte Gebiet der Geltungen überhaupt; „alle anderen Geltungsreihen sind Abzweigungen, Vereinzelungen von ihnen, Unterabteilungen, die sich stets entweder unter die eine oder unter die andere jener beiden Grundgeltungen einordnen lassen“.

Der Verfasser läßt von vornherein kaum einen Zweifel darüber, daß er auf dem Boden der zweiten, der logizistischen Anschauung stehe: nur in dem Moment des Logos ruhe „grundlegende, begründende Kraft“. „Den Logos der Geltung und die Geltung des Logos, den Logos als Geltung und die Geltung als Logos — das ist es, was nachgewiesen, was dargestellt werden soll.“

Der Psychologismus ist vor allem dadurch gekennzeichnet, daß er das Rationale (das Logische, die Erkenntnis) gründen will auf das Irrationale (das Fühlen, Wollen usw., allgemein also das Erleben). In eingehenden Darlegungen sucht der Verfasser zu zeigen, daß dies unmöglich ist. Es werde daran auch nichts geändert durch die biologische und anthropologische Fundierung der psychologischen Geltungsreihe, welcher die Erkenntnis nur insoweit gilt, als sie als Funktion des Lebens aufzufassen ist; auch nicht dadurch, daß nun das methodische Prinzip der Biologie und Anthropologie, nämlich der Gedanke der Entwicklung, auch auf das Logische angewandt, also wie in anderen Fällen die *Entwicklung* einer Geltung zur *Grundlage des Rechtes* dieser Geltung gemacht, aus der Entwicklung eines Wertes heraus sein Recht beglaubigt wird. Immer ist es doch ein Erleben als solches, also ein Irrationales, das hier in der psychologischen Geltungsreihe in Frage kommt, und es kann darauf das Rationale nicht gegründet werden. „Das Leben ist kein Argument“, wie *Nietzsche* sagt. „Es ist ein nicht nur alogisches, sondern geradezu antilogisches Beginnen, die Erkenntnis als Erkenntnis auf den psychologischen Tatbestand des Erlebnisses zurückführen und begründen zu wollen.“ Und der Verfasser glaubt das schärfste Verdikt über solche psychologische Geltungsauffassung auszusprechen, wenn er von ihr sagt: „Eine Philosophie, die vom Leben, Erleben, Schaffen, Handeln usw. ausgeht, und die in ihnen Grundlagen und Kriterien für ihren Aufbau und für ihre Geltung erblickt, gehört ihrem Sinn und Gehalt nach in den Ideenkreis der Romantik.“

Im Grunde ist die *Metaphysik*, im Sinne des Verfassers, nur ein Spezialfall des Psychologismus. Sie gibt sich zwar erkenntnismäßig und rein logisch, darum auch als systematische Gedankeneinheit — aber in Wahrheit ruht sie auf Gefühl und Erleben oder Intuition u. ä.; und „so mündet auch die Metaphysik notwendig in die Mystik und Romantik ein“, die Romantik in der Philosophie, welche *Hermann Cohen*, mit Zustimmung des Verfassers, als „die schwerste Gefahr der reinen Menschenvernunft“ bezeichnet.

Demgegenüber enthüllt sich nun also der wahre Geltungssinn, nämlich der rein begriffliche, erst in voller Loslösung vom Psychologischen. Die Erkenntnis ist autonom, hat eigene Geltung und Gesetzlichkeit; und diese Autonomie der Erkenntnis wird nicht einfach behauptet, sondern sie wird nachgewiesen, sie wird in ihrer autonomen Geltung begründet. Das ist der Standpunkt der *transzendentalen Logik* und der ihr eigentümlichen *Methode* — es ist auch der Standpunkt des Verfassers. Es ist derselbe Standpunkt, den die Neu-Kantianer der Marburger Richtung vertreten, insbesondere *Hermann Cohen*, dem der Verfasser am

nächsten steht, wenn er auch mit anderen, namentlich mit *Riehl*, sich vielfach berührt.

In eine Würdigung und Kritik dieser neu-kantischen oder verwandten Anschauungsweisen kann natürlich an dieser Stelle nicht eingetreten werden. Es sei nur kurz auf einen Punkt hingewiesen, der auch in der vorliegenden Schrift eine wesentliche Rolle spielt, die Stellung der Metaphysik zum Ganzen und im Ganzen der Philosophie und Erkenntnis betreffend. Der Verfasser teilt die noch immer sehr verbreitete Scheu vor der Metaphysik, auch er ist ganz beeinflußt von dem Anathema sit, das um die Mitte des vorigen Jahrhunderts über die Metaphysik ausgesprochen, seither jedoch immer mehr überwunden und als irrig erkannt wurde. Denn Philosophie ohne Metaphysik ist ein ebensolches Unding und ebenso unmöglich, wie hölzernes Eisen und ein viereckiger Zirkel. Es kann sich also bei jeder philosophischen Stellungnahme immer nur darum handeln, ob man mehr oder weniger bewußt oder unbewußt, kritisch oder dogmatisch, z. B. auch auf Grund unklarer Überlieferungen oder Autoritäten folgend, metaphysiziert. Das zeigen auch die Ausführungen des Verfassers in deutlichster Weise, namentlich da, wo er von der Idee des Systems handelt. Er sucht hier in vortrefflichen Ausführungen, die sich übrigens vielfach mit den Hegelschen Anschauungen berühren, nachzuweisen, daß alle Erkenntnis auf Einheit zielt, daß *Einheit* ihr wesentlich zugehört und daher Erkenntnis nur als *System* möglich ist, also derart, daß alle Begriffe in obersten Begriffen, Kategorien und Ideen, alle Erkenntnisurteile in obersten Prinzipien gipfeln und ihren Halt haben. Eben die Lehre von den obersten Prinzipien ist aber, nach *Aristoteles* bekannter Definition, die Metaphysik — wie soll man also in der Philosophie der Metaphysik entrinnen können? Der Verfasser zeigt das selbst aufs deutlichste. Er sagt z. B.: „Die Natur erkennen, heißt, die Natur als Einheit erkennen. Diese Einheit ist nicht als Faktum gegeben, sondern sie ist der Gesichtspunkt, sie ist die Idee für die Erkenntnis der Natur. Diese Idee selber kann nicht Gegenstand der Erkenntnis sein, da sie vielmehr ihre Grundbedingung ist. Wenn nicht a priori die Idee der Einheit der Natur aufgestellt ist, so ist eine Begreiflichkeit der Natur von vornherein unmöglich.“ Was ist das anders als Metaphysik? Mag der Verf. dies auch nicht Metaphysik, sondern Transzendentallogik nennen, so ist damit nur dem verpönten Worte Metaphysik ausgewichen, aber in der Sache nichts geändert. Jedenfalls liegen die eben erörterten Darlegungen durchaus jenseits der Logik, als der Lehre von den (empirischen) Denkprozessen, und sie sind auch nicht nur transzendental im Sinne *Kants*, sondern ebenso sehr transzendent.

Es hilft auch nichts, daß man, um der Metaphysik zu entgehen, sie in willkürliche Grenzen einschließt, sie als hypostasierte Psychologie, als Verdinglichung und Logifizierung von bloßen Erlebnissen, Gefühlen usw. charakterisiert, ihr also nur eine subjektive Geltung, Bedeutung und Berechtigung zuschreibt, sie in diesem Sinne als Mystik und Romantik stigmatisiert und von der angeblich „wissenschaftlichen“ Philosophie unterscheidet, so daß nun zwischen beiden Abgründe klaffen und jeder „wissenschaftlich“ Philosophierende sich hüten wird, auch nur einen Seitenblick nach jenem gefährlichen mystisch-romantischen Halbdunkel hinüber zu werfen, geschweige denn sich ihm anzunähern. Diese Unterscheidung wird gerade durch die Ausführungen des Verf. selbst aufs bündigste

widerlegt. Denn er betont mit Recht, daß zwar jede (wahre oder vermeintliche) Erkenntnis einen psychologischen Ursprung und Charakter hat, daß aber ihr logischer Geltungscharakter davon ganz unabhängig ist, daher die Prüfung des letzteren von dem Erlebnis nie beeinflußt werden darf. Das gilt natürlich auch von jeder Art von Metaphysik: jede macht den Anspruch auf logische Geltung; wenn also einzelne Metaphysiker deutlich zeigen, daß ihre Stellungnahme zusammenhängt mit Erlebnissen, gefühlsmäßigen Ekstasen usw., so ist dies von keinerlei Einfluß auf die Frage nach der Wahrheit und dem logischen erkenntnismäßigen Gehalt ihrer Prinzipien, so wenig etwa auch die Frage nach dem Wahrheitsgehalt der Goetheschen Hypothese von der Urpflanze beeinflußt werden darf von der Tatsache, daß Goethe bei ihrer Konzeption wiederholt in einer Art ekstatischer Erhebung, die oft bis zur Ergriffenheit fortging (man vergleiche die betreffenden Briefe an Herder und Frau v. Stein), sich befand.

Die Abhängigkeit von dem traditionellen anti-metaphysischen Vorurteil hat es leider bewirkt, daß die Absichten des Verfassers nicht überall so zur Geltung gekommen sind, wie es sonst der Fall gewesen wäre, daß er manches, was er aufklären wollte, mehr verwirrt und verdunkelt hat. Nichts natürlicher, wenn man unter dem Einfluß eines Vorurteils sich den freien Ausblick in die Wirklichkeit durch Subtilitäten und zuweilen auch Spitzfindigkeiten selbst verbaut. Doch ist dies alles nicht so wesentlich, um der Anerkennung im Wege zu stehen, daß die vorliegende instruktive Schrift die in ihr behandelten Probleme nach vielen Seiten hin durch scharfsinnige Untersuchungen gefördert hat und jedem an der philosophischen Fragen der Gegenwart Interessierten nutzbringend sein kann.

M. Kronenberg, Berlin.

**Benischke, Gustav, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik.** Dritte Auflage. Berlin, Julius Springer, 1914. 8°. XVI, 605 S. und 551 Abbildungen. Preis geb. M. 15,—.

Trotz des gleichlautenden Titels ist das Buch *Benischkes* grundverschieden von dem bekannten Werke des großen italienischen Elektrotechnikers *Ferraris*. Dieses gab bei seinem Erscheinen eine der ausgezeichnetsten Darstellungen von der theoretischen Behandlungsweise der elektromagnetischen Felder, deren vollständige Beherrschung für den normalen Elektrotechniker wohl nicht unbedingt notwendig, aber sicher von außerordentlichem Nutzen ist. Wer das sucht, wird auch heute noch mit Vorteil zu dem nicht mehr ganz neuen Werke von *Ferraris* greifen. Das Buch von *Benischke* besitzt seine Stärke nicht in theoretischer Strenge und paßt seine Darstellungsweise einem anspruchloseren Niveau an, das an manche wichtige Probleme der Elektrotechnik nicht heranzureichen vermag. Aber dafür ist es von einer außerordentlichen Mannigfaltigkeit des Stoffes. Die Originalität der Darstellung muß man anerkennen, wenn diese auch manchmal soweit geht, daß sie sich mit wohlbegründeten und sonst allgemein anerkannten Anschauungen in Widerspruch setzt, wie z. B. bei der Kontroverse gegen die geschlossenen elektrischen Kraftlinien (S. 310).

Das Buch gibt keineswegs eine Darstellung der Elektrotechnik selbst oder ihrer Grundzüge oder einzelner Kapitel dieses Faches, sondern hält sich durchaus an seine Aufschrift. Es führt in den wissen-

schaftlichen Stoff ein, mit dem die Elektrotechnik arbeitet, d. h. in die Gebiete der Elektrizitätslehre, die für die Elektrotechnik in Betracht kommen, insbesondere auch in diejenigen Gebiete, die in physikalischen Lehrbüchern kürzer behandelt zu werden pflegen, weil sie von dem Wege, den die eigentliche Physik genommen hat, etwas abseits liegen und ihre weitere Durchdringung mit physikalischen Methoden vorwiegend dem elektrotechnischen Zweck verdanken.

Die Überschriften der 17 Kapitel des Buches mögen einen Überblick über den Inhalt geben: Allgemeine Grundgesetze über Magnetismus und Elektrizität, Grundgesetze der Elektrostatik, Grundgesetze der strömenden Elektrizität, Die elektrolytischen Vorgänge, Magnetische Wirkungen des Stromes, Magnetische Induktion, Elektrodynamik, Elektrische Induktion, Der einfache Wechselstrom, Gegenseitige Induktion zweier Stromkreise, Die Kapazitätsercheinungen, Nichtstationäre Stromzustände, Zusammengesetzte Wellenformen, Die mehrphasigen Wechselströme, Der Durchgang der Elektrizität durch Nichtleiter, Die Grundlagen der Meßtechnik, Das absolute und praktische Maßsystem.

Zahlreiche gute Abbildungen tragen zur Erläuterung des Textes bei, auch eine Anzahl Rechenbeispiele werden dem Leser willkommen sein. Die gesamte Ausstattung ist die bekannte der wissenschaftlichen Lehrbücher des Springerschen Verlages.

H. Diesselhorst, Braunschweig.

## Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte:

### Gesichtsmuskeln und Gesichtsausdruck. Die Ruinen von Uxmal.

(Sitzung vom 20. November 1915.)

Herr Hans Virchow trägt vor über *Gesichtsmuskeln und Gesichtsausdruck*. Der Vortragende hat seit Jahren unausgesetzt seine Aufmerksamkeit auf den genannten Gegenstand gerichtet und mit Beziehung auf denselben neuerdings Erfahrungen gesammelt. Gesichtsmuskeln und Gesichtsausdruck gehören zwar zusammen, aber man muß doch auf jedem der beiden Gebiete die Beobachtungen sorgfältig und unabhängig anstellen. Es ist nicht zu billigen, wenn diejenigen, welche Gesichtsmuskeln untersuchen (Anatomen), nebenher von Gesichtsausdruck sprechen, und wenn diejenigen, welche Gesichtsausdruck sorgfältig beobachten (Künstler), nebenher von Gesichtsmuskeln sprechen, als verstünden sie etwas davon. Entdeckungen auf dem Gebiete des Gesichtsausdruckes ergeben sich eigentlich von selbst, wenn man erst einmal auf diese Art der Beobachtungen eingestellt ist, da man sich beständig von Gesichtern umgeben sieht. Auf dem Gebiete der Muskeln aber kam der Vortragende in letzter Zeit hauptsächlich dadurch weiter, daß er die Gesichtsmuskeln eines Schimpansen präpariert und dabei gefunden hatte, daß diese Muskeln so weit differenziert sind, daß sie das, was von menschlichen Gesichtsmuskeln beschrieben zu werden pflegt, erreichen und sogar übertreffen. Diese Erfahrung veranlaßte ihn, nun auch die menschlichen Muskeln noch genauer wie zuvor zu präparieren, und dabei fand sich dann allerdings, daß doch auch bei ihnen die Differenzierung

viel weiter geht, als man bis dahin glaubte. Dies betrifft vor allem die Mundpartie und das Kinn. In die Mundpartie strahlen, abgesehen von dem eigenen Muskel dieser Gegend, dem Orbicularis oris, die umgebenden Muskeln ein und teilen sich dabei teils der Dicke nach in Blätter, teils der Fläche nach in Bündel, wobei Portionen von solchen Muskeln, die oberflächlich lagen, bis an die Schleimhaut und von solchen, welche tief lagen, bis an die Oberfläche gelangen. Dabei findet zuletzt eine Zerspaltung bis zu Bündeln statt, deren Stärke nicht über der Dicke eines Leinenfadens in einem mittelgroben Gewebe steht. Von Bedeutung für die Bewegungen des Gesichtes sind von diesen neuen Erfahrungen die über die Beziehungen der Muskeln zum Kinn. Man sprach bisher nur von der Hebung des Kinnes und dem dieselbe bedingenden Levator menti (Musculus mentalis). Es gibt aber ein aktives Hinabziehen des Kinnes, und es gibt auch eine aktive Verbreiterung des Kinnes im Gegensatz zu der Verschmälerung, welche mit dem Hinaufziehen verbunden ist. Diese Verschmälerung hat, wie sich bei mehreren Personen zeigte, den Betrag von 4 mm. Diesen Bewegungen entspricht eine reichere Beziehung der umgebenden Muskulatur zum Kinn, wobei der Triangularis und Quadratus in Betracht kommen. Der Vortrag war von einer größeren Zahl von Lichtbildern begleitet, wobei der Vortragende darauf verzichtete, Muskelpräparate, als doch nur dem Fachmann verständlich, wiederzugeben, und nur Aufnahmen von lebenden Gesichtern vorführte. Hierbei war nicht die Absicht, Stimmungen oder Affekte im ganzen zur Anschauung zu bringen, sondern die Wirkungen der einzelnen Muskeln an der Oberfläche des Gesichtes des lebenden Menschen, dies aber von solchen Individuen, wo derartige Erscheinungen in besonders deutlicher, kräftiger und reiner Form sichtbar zu machen und durch Photographie festzuhalten waren, sowie besondere Spielarten, die als individuelle Varianten zur Erscheinung gelangten. Der Vortragende bezeichnete diese Wirkungen der einzelnen Muskeln in dem Gesicht des Lebenden als die Schriftzeichen der Schrift, welche in ihrer Gesamtheit den Ausdruck des Lebenden darstellt, und betonte, daß nur durch genaue Kenntnis dieser Schriftzeichen, der einzelnen Buchstaben, die Schrift sicher erklärt werden könne.

Herr Selser spricht über die Ruinen von Uxmal. Die alten Bauten von Uxmal liegen im Süden der Hauptstadt Mérida de Yucatan, jenseits der ersten großen Geländeschwelle, mit der die sogenannte „Sierra“ von Yucatan beginnt, die sich von dort südwärts bis über die Gegend von Campeche hinaus erstreckt. Die Anlage ist eine alte. Aber die Stadt hat im Verlaufe ihres Bestehens viele Veränderungen durchgemacht, und sie hat eine Blütezeit erlebt, der es zu verdanken ist, daß die Ruinen der Stadt noch heute zu den schönsten gehören, die wir aus dem an alten Steinbauten reichen Yucatan und seinen Nachbarländern kennen. Zu den älteren Bauten gehört das sogenannte „Taubenhaus“ (Casa de Palomas). Es erhielt diesen Namen, weil das Hauptgebäude eine Reihe von Ziergiebeln trägt, die fensterartige Durchbrechungen nach Art eines Taubenschlags haben. Es sind korridorartige Räume, in doppelter Reihe einer Mittelwand angefügt, mit mykenischem Gewölbe und flachem Dach. Das Hauptgebäude bildet die Nordseite eines großen Hofes. Ein überwölbter Durchgang in diesem Gebäude führt in diesen Hof. Ein älteres ähnliches Gebäude zieht sich an der Südseite dieses Hofes hin. Seine Räume sind jetzt mit Steinen und Mauerwerk ausgefüllt. Sie geben das Fun-

dament ab für eine Terrasse, auf deren hinterem Teile auf hoher Pyramide ein kleiner aus drei Zimmern bestehender Tempelbau sich erhebt. All diese Gebäude sind unverziert, abgesehen von den taubenschlagartigen Ziergiebeln, die das Hauptgebäude trägt. An der Ostseite des großen Hofes aber erhebt sich ein Hügel, der in seinem oberen Teile wenigstens künstlich erhöht ist, Treppenabsätze bildend, deren Wände mit Skulpturen bedeckt sind. Es treten hier die Grundelemente auf, aber in einfacherer Form, die wir von den jüngern Bauten kennen, vor allem die Schlangen- oder Regengott-en-face-Masken, mit den großen gebogenen Rüsseln, die man als Elefantenrüssel bezeichnet hat. Einen ähnlichen Grundriß wie die Casa de Palomas zeigt das „Nonnenhaus“ (Casa de las Monjas): Doppelreihen korridorartiger Gemächer, die einen großen Hof umgeben. Der Zugang ist aber hier in der Mitte des Südgebäudes. Ihm gegenüber, auf dem Niveau des Hofes, stehen Reste alter, unverzierter Gebäude, deren flache Dächer jetzt die Terrasse bilden, auf der das Nordgebäude sich erhebt. Denn auf der Ebene des Hofes steht nur das Südgebäude. Die drei andern krönen Terrassen verschiedener Höhe, die des Nordgebäudes ist die höchste. Bei sämtlichen vier Gebäuden ist der Fries in der reichsten Weise mit Skulpturen bekleidet, die in ihrer ganzen Bildung als Nachahmungen oder Überlebens einer alten Holzarchitektur sich kundgeben, diagonales Gitterwerk, Halbsäulchen, schwere Mäanderwickel und Säulen übereinander gebauter tief ausgearbeiteter Riesensmasken der beschriebenen Art. Besondere Elemente, die in der Verzierung der verschiedenen Gebäude auftreten, scheinen diese mit den in den verschiedenen Himmelsrichtungen mächtigen Gewalten in Verbindung bringen zu sollen. Die Fassaden des Nordgebäudes sind, wie an verschiedenen Stellen, wo der Bau zerstört ist, deutlich erkennbar ist, eine Ummantelung, die ein älteres Gebäude der gleichen Form als Kern birgt. Es ist dies Gebäude deshalb wohl das jüngste und jedenfalls das am reichsten verzierte der vier Gebäude. Aber freilich auch das, das in dem Aufbau seiner Fassaden deutlich zeigt, daß es mit dem Materiale älterer Bauten, in häufig ganz unorganischer Verwendung, hergestellt worden ist. Wie in dem Hintergrunde der Casa de Palomas auf hoher Pyramide ein kleiner dreizimmriger Tempelbau sich erhebt, so auch neben der Casa de las Monjas, aber südöstlich von diesem System und mit der Front nach Westen. Man nennt dies Gebäude das „Haus des Wahrsagers“ (Casa del adivino). Hier war ursprünglich nur ein ebenerdiger Bau vorhanden, mit einer reichen Fassade. Diese hat man in der Mitte durch ein Gewölbe überbrückt und darüber eine breite Treppe in die Höhe geführt zu einem zweizimmrigen Bau, dessen Wand- und Friesflächen — nicht bloß die letzteren — in der beschriebenen Art, aber auf das allerreichste, verziert sind. Auf der dem Westen zugekehrten Hauptfront wird der Fries von einer einzigen großen Riesensmaske eingenommen, die auf den Augenbrauen das Zeichen des Planeten Venus trägt. Erst hinter diesem letzteren, nicht auf der Hauptfront, sondern von der Rückseite aus, auf einer schmalen Treppe zu erreichen, erhebt sich der kleine dreizimmrige Tempelbau, das Gipfelgebäude. Von der Fassade des ursprünglichen ebenerdigen Gebäudes war die Mitte durch die Überbrückung, die die breite Treppe trägt, gegen die Einwirkung der Atmosphären und zum Teil auch gegen Beschädigung durch Menschenhand geschützt gewesen. Eine prachtvolle große Maske nahm die Mitte ein und darunter, dem Gurtgesimse eingefügt, ein merk-

würdiger Steinkopf, den das Volk „die Alte“ (*La Vieja*) nennt. Im Jahre 1910 hat man diesen Kopf herausgerissen, um ihn nach Mexiko in das Museum zu führen. Die ganze Fassade, die, wie gesagt, wohl die einzige ganz intakte war, die in Yucatan zu finden war, ist dadurch stark beschädigt worden. Südlich von der Casa de las Monjas erhebt sich eine gewaltige Terrasse, die an ihrem Nordrande ein Gebäude trägt, das einen mit Halbsäulchen verzierten Fries hat und an dem Hauptgesimse in regelmäßigen Abständen mit kleinen Figuren von Schildkröten besetzt ist, das man deshalb das „Schildkrötenhaus“ (*Casa de las Tortugas*) genannt hat. Derselben großen Terrasse ist an dem Ost- rande noch eine zweite höhere schmale Terrasse aufgesetzt, die das „Haus des Gouverneurs“ (*Casa del Gobernador*) trägt. Es ist ein langes, schmales Gebäude, das die Front nach Osten kehrt. Es bestand ursprünglich aus drei gesonderten Gebäuden, die später durch Mauerwerk zu einer Einheit verbunden worden sind. Die reichen Verzierungen, die jetzt die Friesflächen bedecken, scheinen erst in der Zeit, wo diese Verschmelzung der Gebäude erfolgte, ausgeführt worden zu sein. Den Raum zwischen der Casa de las Tortugas im Süden und der Casa de las Monjas im Norden nahm ein „Ballspielplatz“ (*Juego de la pelota*) ein, von dem noch Stücke der Ost- und Westwand eingefügten steinernen Ballspielringe erhalten sind. Sie sind mit einem Kranze von Hieroglyphen verziert, die aber noch unentziffert sind. Weiter westlich liegt der „Kirchhof“ (*Cementerio*), wie ihn das Volk getauft hat. Es ist ein hofartiger Raum, der auf der einen, der West- seite, von einer Pyramide begrenzt ist, die ein Gebäude trägt, das seine Front nach Osten kehrt. In dem Hofe befinden sich an drei Stellen Vierecke von niedrigen, in das Erdreich eingesetzten Steinplatten, die auf der Außenseite, unter einem Hieroglyphenbunde, Bilder von Schädeln, gekreuzten Totenbeinen und ausgerissenen Augen oder Herzen zeigen. Rings um diese Gebäude, die durch ihre Größe und den Reichtum ihrer Verzierung besonders auffallen, befinden sich nun noch zahllose andere, die noch unerforscht sind, und die größtenteils noch der Buschwald bedeckt. Ich hebe dar- unter eins hervor, das im Südosten von der Casa del Gobernador liegt, wo in der Mitte eines kleinen hof- artigen Raums ein Steinzylinder von beinahe Manns- höhe sich befindet, wie solche überall in der Mitte hof- artiger Räume vorhanden gewesen zu sein scheinen, der aber hier mit hieroglyphischen Inschriften bedeckt ist. Die Art der Hieroglyphen scheint leider eine an- dere zu sein, als wir aus den Handschriften kennen. Jedenfalls ist eine Entzifferung noch nicht geglückt.

## Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

### Schweizerische Expedition nach der Mexikanischen Halbinsel Niederkalifornien.

In der Sitzung am 4. Dezember 1915 sprach Herr Dr. Arnold Heim (Zürich) unter Vorführung von vie- len ausgezeichneten Lichtbildern, welche die Farben- pracht der bereisten Gegenden völlig naturgetreu wie- dergaben, weil sie vom Vortragenden selbst koloriert worden sind, über seine im Sommer dieses Jahres aus- geführte Schweizerische Expedition nach der *Mexi- kanischen Halbinsel Niederkalifornien* (Baja Califor- nia), die bis heute eines der am wenigsten bekannten Länder Nordamerikas geblieben ist. Namentlich der

südliche Teil ist in geologischer Hinsicht noch sehr unvollkommen erforscht. Die einzigen guten Karten größeren Maßstabes sind die amerikanischen Seekarten, die jedoch im Innern des Landes versagen.

Ausgangspunkt der Expedition war San Diego, die südliche Grenzstadt Kaliforniens. Von dort ging die Reise auf einem Segelschiff nach der herrlichen Mag- dalenabai, die etwa 20 km breit und 50 km lang ist. Sie wird nach Osten von der weiten Magdalenaebene, gegen den Ozean von den Felseninseln Magdalena und Margarita begrenzt. Die Einfahrt zwischen diesen beiden Inseln erinnert an das „Golden Gate“ San Fran- ciscos, und wohl mit Recht wird Magdalenabai als der schönste Naturhafen zwischen der Bucht von San Fran- cisco und dem Panamakanal betrachtet. Die Bewohner des Dorfes Magdalena leben heute kümmerlich von Fischen und Riesenschildkröten. In der näheren Um- gebung fehlt jede Pflanzung, und selbst das Trink- wasser muß in Fässern mit Segelbooten von weit her- geholt werden. Doch stößt man an einzelnen Stellen nur wenige Meter vom Strande entfernt beim Graben bald auf Süßwasser, von dem man 1—2 Fässer ent- nehmen kann, bevor das Wasser salzig wird. Es schwimmt dort offenbar eine salzfreie Grundwasser- schicht auf einer salzigen. Von Magdalena fuhr die Expedition auf einem Motorboot durch den 130 km langen, verästelten und viel gewundenen Meereskanal, der sich, einem Fluß vergleichbar, von der Magdalena- bai aus nach Norden zieht. Die Ufer sind mit üppig grünem, dichtem Mangrovebusch bewachsen. In 26° 4' nördlicher Breite mündet der Purisimafluß, einer der wenigen in Niederkalifornien, die das ganze Jahr Wasser führen, dessen Menge zu 30—150 Litern in der Sekunde bestimmt werden konnte. Etwas fluß- aufwärts liegt die, einige hundert Jahre alte Oase La Purisima mit etwa 600 Einwohnern, die von der Außenwelt fast völlig abgeschlossen und von moderner Kultur noch ganz unberührt geblieben sind. Der Fluß wird in Kanälen zu der Kulturläche geleitet, auf deren sandigem Boden üppig Mais, Zuckerrohr, Weizen, Boh- nen, Weinreben, Dattelpalmen, Feigen, Orangen, Zi- tronen, Granatäpfel, Oliven usw. gedeihen. Eine höchst eigentümliche Erscheinung der anschließenden Basalt- lava-Hochfläche mit ihren vielen Vulkankegeln sind die eingesenkten abflußlosen Becken, deren größte bis auf mehr als 20 m tief ausgetrocknete Seeböden von etwa 10 km Länge darstellen. Sie liegen in einer Höhe von nahezu 50 m über dem Meere, und ihre Ausbuchtungen greifen fjordartig zwischen die Tafelberge hinein. An einer Stelle hatte man in solchem Seeboden einen Schacht bis 35 m Tiefe gegraben; doch war das Erd- reich selbst in dieser Tiefe noch ebenso trocken wie an der Oberfläche.

Östlich der Magdalenabai befindet sich ein eigen- artiges Depressionsbecken, die Llano de Yrais, die durch einen 7—15 km breiten und 75—100 m hohen Wall von Sandhügeln abgedämmt ist. Die tiefste Stelle liegt nur wenige Meter über dem Meeresspiegel. Bei abnormen Hochwassern steht die ganze Fläche bis 6 m tief unter Wasser, so daß die Llano de Yrais dann einen 100 Quadratkilometer großen See bildet. Die Expedition fand aber den Schlamm- und Sandboden bis auf 6 m Tiefe noch gleichmäßig trocken, da es fast 4 Jahre nicht geregnet hatte. Nach Erforschung dieser Gegend wurde von der Magdalenabai aus die Fahrt nach der Südspitze der Halbinsel angetreten. Die Oase Todos Santos macht, wie alle Dörfer im südlichsten Teile der Halbinsel, einen viel zivilisierteren Eindruck als die

weltabgeschlossenen nördlicheren Oasen. Die an Italien erinnernden, jedoch auffallend sauberen, weiß oder bunt angestrichenen Steinhäuser gruppieren sich um die alte Missionskirche, in der noch jedes Jahr einmal eine Predigt abgehalten wird. Hier findet sich die bedeutendste Zuckerpflanzung der Halbinsel. Es war der wasserreichste Ort, der auf der ganzen Reise angetroffen wurde.

Die weiteren Unternehmungen der Expedition, vor allem die Durchquerung des gebirgigen Südtails der Halbinsel, wurden durch die Kämpfe der verschiedenen politischen Parteien in Mexiko stark gestört. Nur mit großer Mühe konnten die Forscher einen Wagen auf-treiben, der sie nach den Minendörfern Triunfo und San Antonio brachte, wo noch vor der Revolution verschiedene Silber-, Gold- und Kupferminen in blühendem Betriebe standen.

In der in  $23^{\circ} 37'$  gelegenen Pflanzung Eureka am Ausgang des Tales von Santiago werden etwa 50 Hektar mittels einer Dampfmaschine bewässert. Es wurden Mais, roter Pfeffer, Kartoffeln, Zwiebeln, Bohnen, Melonen usw. gepflanzt und nach San Francisco per Segelschiff verfrachtet. Von verschiedenen Gewächsen können zwei Ernten im Jahr eingebracht werden. Der glimmerhaltige, sandige bis schlammige Boden ist überall da von überraschender Fruchtbarkeit, wo Wasser zugeführt werden kann. Von der Ostküste aus wurde dann die Rückreise zur See nach San Diego angetreten.

Im allgemeinen ist das Land durch eine große Trockenheit ausgezeichnet, der sich alle Lebewesen anpassen müssen. Das nördliche Drittel ist klimatisch und geologisch die Fortsetzung von Kalifornien. Der mittlere Teil ist am trockensten und hat die unregelmäßigsten Niederschläge. In den Küstengegenden fällt oft 3—5 Jahre lang kein für den Pflanzenwuchs vorteilhafter Regen, doch kommen im gebirgigen Innern der Halbinsel gelegentlich äußerst heftige Regengüsse vor, welche die sonst jahrelang trockenen Flußbetten für kurze Zeit zu gewaltigen, stellenweise mehr als 1 km breiten Strömen anschwellen lassen. In diesen Zeiten ist die sonst dürre Kaktussteppe wie mit einem grünen, blumigen Teppich bedeckt. Die gebirgige Südspitze der Halbinsel ist durch vorherrschende Sommerregen ausgezeichnet, die vom südöstlichen Tropengürtel her auf die Südspitze Niederkaliforniens übergreifen. Auf der Golfseite wird die Hitze im Sommer lästig. Bei San Antonio wurden am 1. Juli  $39^{\circ} \text{C}$  im Schatten gemessen, doch kommen im Binnenlande häufig Temperaturen über  $40^{\circ} \text{C}$  vor.

Charaktergebend für das ganze südliche Niederkalifornien ist die Kaktussteppe, die sich in dieser Form und Ausdehnung nirgends auf der Welt wiederfindet. Man glaubt sich geradezu in eine andere geologische Zeit versetzt. Alle Lebewesen haben sich der oft viele Jahre dauernden Trockenheit angepaßt, meistens durch besondere, Wasser aufspeichernde Organe. Ganz allgemein verbreitet ist der Riesenkaktus Cardon (*Pachycereus*) mit weißen Blüten, der über 15 m hoch wird und die Charakterpflanze der Kaktussteppe ist.

Mit Ausnahme des überall häufigen amerikanischen Wolfes sind die großen Säugetiere recht spärlich.

Zahlreich sind dagegen Hasen, Ratten und Mäuse. An Art und Individuen reich sind die Vögel, besonders die Meer- und Strandvögel. Der eleganteste Wasservogel ist die wie eine Riesenschwalbe fliegende große Raubmöve (*Lestris*), deren Spannweite zu 210 cm bestimmt wurde. Der schönste Singvogel ist der Rote Cardinal. Klapperschlangen mit schwarzen Ringeln am Leibende sind nicht selten. Meer und Buchten sind reich an Fischen, Riesenschildkröten, Haifischen, Delphinen und Seelöwen; dagegen hat die Raubwirtschaft norwegischer Fanggesellschaften die früher in Massen vorkommenden Wale fast völlig ausgerottet.

Die größeren Orte verdanken ihre Existenz hauptsächlich dem Bergbau, sodann dem Handel, der Perlenfischerei und dem Pflanzenbau. Die Bewohner der Einzelhöfe hingegen leben meist von Viehzucht. Das Vieh wird fast ausschließlich zum Schlachten gehalten und hat sich dem trockenen Klima durch seine Lebensgewohnheiten angepaßt. Es gibt Tiere, die nur alle zwei Tage, oder alle Woche einmal trinken. Eine große Schwierigkeit bietet das Zusammenhalten der Viehherden, da bei der spärlichen Vegetation mitunter 1 bis 10 Quadratkilometer Weidefläche auf ein Stück Rindvieh kommen. Die Rinder haben es gelernt, durch andauerndes Belecken der Kaktusgewächse nach einer Richtung hin deren Stacheln abzubiegen, so daß sie zu den Früchten gelangen können. Die Fischer und Viehzüchter wechseln oft, je nach der Nahrung für Mensch und Tier, den Wohnsitz. Auch das patriarchalische Familienleben erinnert in mancher Hinsicht an die Überlieferungen aus der biblischen Geschichte.

In geologischer Beziehung zerfällt das bereiste Gebiet in drei Teile, zwei ältere kristallinische Küstengebirge mit einem dazwischen liegenden jüngeren Tafelgebirge, das die ganze Breite der Halbinsel einnimmt: 1. Das Kapgebirge oder Sierra de la Victoria erstreckt sich vom südlichsten Kap San Lucas nach Nordwesten bis zur Linie Todos Santos—La Paz und besteht größtenteils aus granito-dioritischen Eruptivgesteinen und kristallinen Schiefen. Das Streichen ist vorherrschend Nordsüd. 2. Das Magdalena-Gebirge oder Pazifische Küstengebirge verläuft von der Margarita-Insel bis zur Cedros-Insel in  $20^{\circ}$  nördlicher Breite. Es besteht größtenteils aus basischen kristallinen Gesteinen von dioritischen Charakter. 3. Das Tafelgebirge oder die Zentralzone bildet die typischen Tafelberge oder Mesas, die im Innern durch ausgedehnte Basaltlaven bedeckt sind und von Vulkankegeln überragt werden.

Alluvialböden mit rezenten Strandlinien trifft man an verschiedenen Stellen in Höhen, wo sie heute nicht mehr entstehen können. Die Hebung der Halbinsel scheint demnach auch heute noch fortzudauern, dabei hebt sich nicht nur das Tafelland, sondern ebenso auch das ältere Küstengebirge.

Im allgemeinen steigt das Tafelland langsam nach Osten an und bricht dann steil nach der Golfküste hin ab. Der höchste Berg der ganzen Halbinsel ist der S. Pedro Martyr im äußersten Norden, der 3000 m hoch ist und im Winter Schnee trägt. Die höchste Erhebung des südlichsten Teils ragt nur bis 2435 m auf.

O. Baschin.



# Für den Buchbinder!

**Da die Hefte der „Naturwissenschaften“  
bereits beschnitten ausgegeben werden,  
sind sie beim Binden nur zu egalisieren  
und zu glätten.**



## Sachregister.

- Aal**, Noch einmal der oberkieferlose hungernde — (Aus der Zoologischen Station Rovigno, Adria). S. 283.
- Abgassäuren**, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der — auf die Pflanze (Bespr.). S. 62.
- Absorptionsbanden**, Übertragung der Bjerrumschen Theorie auf die — und Fluoreszenzbanden organischer Körper. S. 271.
- Absorptionsspektren**, Lichtquellen zur Untersuchung der — im Ultraviolett. S. 634.
- Absorptionsspektrum** des Zinkdampfes. S. 270.
- Actinium C** bei seinem Zerfall Seitenketten bildend. S. 271.
- Adresse** der Deutschen Botanischen Gesellschaft zu Pfeffers 50jährigem Doktorjubiläum. S. 139.
- Adria**, Die Grünalgen der — (Bespr.). S. 232.
- Ätherstofftheorie**, Über den Zusammenhang der sogenannten — mit einigen Sonderfragen der kosmischen Physik (C. Isenkrahe). S. 488.
- Affinitätsmessungen**, Das Nernstsche Wärmetheorem und seine Bewährung durch — (John Eggert). S. 452.
- Afrika**, Die Pflanzenwelt —, insbesondere seiner tropischen Gebiete (Bespr.). S. 550.
- **Deutsch-Südwest**, Neue und wenig bekannte Pflanzen — unter besonderer Berücksichtigung der Succulenten (Bespr.). S. 209.
- **West**, Über Küstenfische von —, besonders von Kamerun (Bespr.). S. 211.
- Aktivierung**, elektrische, Über die — des Stickstoffs. S. 646.
- Algen**, Die — (Bespr.). S. 220, 551.
- **Grün**, Die — der Adria (Bespr.). S. 232.
- Alkoholoxydation** durch die Samenpflanzen. S. 506.
- Aluminium**, Zerstäubung des —. S. 271.
- Aluminiumnitrid**, Über die Synthese des Ammoniaks aus dem —. S. 259.
- Amalgame**, Volumenänderung von —. S. 14.
- Amazonien**, Das Urwaldphänomen — (Bespr.). S. 447.
- Ameisen**, Das Gesellschaftsleben der — (Bespr.). S. 268.
- **Das Raumorientierungsproblem** der — und das Orientierungsproblem im allgemeinen (Bespr.). S. 210.
- Ammoniak**, Über die Synthese des — aus dem Aluminiumnitrid. S. 259.
- Ampèresche Molekularströme**, Experimenteller Nachweis der — (A. Einstein). S. 237.
- Analyse**, chemische, Über Mikrowagen und ihre Anwendung in der — (F. Emich). S. 693.
- Anomale Dispersion**, Juliussche Theorie der —. S. 622.
- Anthropologie**, Berliner Gesellschaft für — usw. S. 173, 721.
- Antike Technik** (Bespr.). S. 643.
- Antwerpen**, Die Wasserversorgung von — während der Belagerung. S. 470.
- Aphasie**, Zur Vorgeschichte der —. S. 519.
- Arbeitsleistung**, Über die — der Infanterie- und Artilleriegeschosse. S. 39.
- Arithmetik**, Neue Grundlagen der Logik, — und Mengenlehre (Bespr.). S. 223.
- Arsen**, Der Nachweis von — in den Haaren. S. 691.
- Arsenverbindungen**, organische, s. Adolf von Baeyer (P. Karrer). S. 563.
- Arzneimittel**, Die Nebenwirkungen der modernen — (Bespr.). S. 210.
- Assimilationsapparat**, Über die chemische Einrichtung des —. S. 552.
- Assmann**, Die Richard — Festschrift (O. Baschin). S. 411.
- Astronomie**, Kleins Jahrbuch der — und Geophysik (Bespr.). S. 38.
- Astronomische Nachrichten**. Ein Jubiläum der —. S. 328.
- Astrophotometrie**, Die Anwendung der lichtelektrischen Methode in der — (P. Guthnick und R. Prager). S. 53.
- $\alpha$ -Strahlen**, Durchgang von — durch Kristalle. S. 272.
- $\alpha$ -Strahlen**, Die Geschwindigkeit der — des Radiums. S. 544.
- $\alpha$ -Teilchen**, Masse und Geschwindigkeit der —. S. 176.
- **Der Durchgang** von — durch Wasserstoff. S. 543.
- Atemwege**, Die — der höheren Pflanzen (F. W. Neger). S. 238, 249.
- Atmosphärische Elektrizität**, s. Julius Elster und Hans Geitel (Karl Bergwitz). S. 377, 399.
- **Mondgezeiten**. S. 421.
- **Niederschläge**, Elektrizität der —. S. 634.
- Atome**, Parallelstellung von — und Polarisierung ihrer Lichtemission durch das elektrische Feld (Zuschr.). S. 419.
- Atomgewicht**, Das gewöhnliche Blei verschiedenen Ursprungs hat dasselbe —. S. 543.
- **einiger nicht irdischer Elemente** im Orionnebel. S. 258.
- Augenheilkunde**, Das Optochin in der — (Levinsohn). S. 653.
- Ausdehnungs- und Elastizitätskoeffizienten**, Messung der —. S. 358.
- Australien**, Reisen in — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 110.
- Automobilbetrieb**, Benzinersatzstoffe für den —. S. 257.
- Azetylen**, Wirkt — auf Metalle ein? S. 330.
- Bacillariales** (Diatoms), On the distribution of — in the plankton of the north european Waters according to the international sea investigations, with special relation to the hydrographical conditions (Bespr.). S. 188.
- Baeyer**, Adolf von — (R. Willstätter). S. 559.
- Bahnbewegung**, Über die — des neunten Jupitermondes. S. 87.
- Barium**, Abweichung der Linien der ersten (Triplett-) Nebenserie des —. S. 359.
- Bastardierung** beim Menschen (H. Fehlinger). S. 524.

- Baumwolle, ägyptische. Die Verschlechterung der —. S. 297.
- Baumwolllieferanten, Über einige — der heimischen Flora (Zuschr.). S. 631.
- Beben, Über die Frequenz der Nachstöße starker — (E. Tams). S. 145.
- Befruchtung und Furchung. S. 704.
- Benzin, Eine einfache Methode zur Unterscheidung von — und Benzol. S. 624.
- Benzinersatzstoffe für den Automobilbetrieb. S. 257.
- Benzol, Konstitution des —, s. Adolf von Baeyer (O. Dimroth). S. 582.
- Eine einfache Methode zur Unterscheidung von Benzin und —. S. 624.
- $\beta$ -Strahlen. S. 543.
- Zahl der von den — und  $\gamma$ -Strahlen des Radiums B und C erzeugten Ionen. S. 270.
- Bienen, Haben die — einen Farben- und Formensinn? (H. v. Buttler-Reepen). S. 80.
- Ein neues Buch über das Leben und Wesen der — (E. Wasmann). S. 485, 497.
- Biererzeugung, Die wissenschaftlichen Grundlinien der — (E. Weinwurm). S. 165.
- Bjerrumsche Theorie, Übertragung der — auf die Absorptions- und Fluoreszenzbanden organischer Körper. S. 271.
- Bildungsstärke, Die — der grünen Blätter und ihre Nutzbarmachung (F. W. Neger). S. 407.
- Biologie, Die — und ihre Schöpfer (Bespr.). S. 161.
- Biologische Übungen, Handbuch für — (Bespr.). S. 431.
- Biologiska, Hydrografisk-, Kommissionens Skrifter, Ur Svenska — (Bespr.). S. 230.
- Blei, die allotrope Modifikation des —. S. 506.
- Das gewöhnliche — verschiedenen Ursprungs hat dasselbe Atomgewicht. S. 543.
- Bleiglätte, Edelmetalle in —. S. 345.
- Blütenfarben. S. 422.
- Blut, Über die Benutzung von — als Zusatz zu Nahrungsmitteln (Bespr.). S. 549.
- Blutegel, Versuche mit dem gewöhnlichen —. S. 704.
- Bodenkolloide, Die — (Bespr.). S. 447.
- Bodenorganismen, Die Auswertung der — des Meeres (V. Hensen). S. 601.
- Boot, Glasboden-, Ein — für Küstenforschungen (Aus der Zoologischen Station Rovigno, Adria). S. 281.
- Breitenbestimmung, Ergebnisse der — auf dem Observatorium Johannesburg. S. 234.
- Brennstoffe, Über — und Motorentreibmittel in Kriegzeiten. S. 646.
- Brennstoffvorräte unserer Feinde (F. Frech). S. 2.
- Brille, Die Entwicklung der — (Bespr.). S. 294, 663.
- Bronzezeit, Funde der — in der Touraine. S. 554.
- Büschelmücke, Die Schwimmblasen der —, *Corethra plumicornis* (O. Steche). S. 157.
- Calciumpräparate**, Neuartige Lumineszenz an —. S. 506.
- Carboxylase, Fortgesetzte Untersuchungen über — und andere Hefenfermente. S. 690.
- Carnegie-Institution, Neuere Arbeiten der — an der magnetischen Aufnahme der Erde (A. Nippoldt). S. 408.
- Chemie, anorganische, Handbuch der — (Bespr.). S. 458.
- Mineral-, Handbuch der — (Bespr.). S. 100.
- physikalische, s. Wilhelm Pfeffer (Ernst Cohen). S. 118.
- Chemie, Stärke-, Neue Ergebnisse der — (Hans Pringsheim). S. 95.
- Chemische Zusammensetzung, Nahe Beziehungen der Gestalt zur —. S. 423.
- Chimären und Pfropfmischlinge (Johannes Buder). S. 6, 23, 33.
- Chlorophyll, tierisches, Die Rolle des —. S. 704.
- Coolidgeöhre. S. 544.
- Corethra plumicornis*, Die Schwimmblasen der Büschelmücke — (O. Steche). S. 157.
- Crocker-Land, Nachweis der Nichtexistenz von —. S. 152.
- Cronartiumrost, Erfolgreiche Bekämpfung des — auf der schwarzen Johannisbeere. S. 371.
- Curiosità di storia naturale (Bespr.). S. 26.
- Dardanellen**, Die — und ihre Nachbargebiete auf Grund eigener Reisen (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 368.
- Delphine, lebende, im Zoologischen Garten. S. 150.
- Demokrit und die moderne Naturwissenschaft (M. Kronenberg). S. 29.
- Dents, L'usure des — chez les préhistoriques. S. 315.
- Desinfektion, Sterilisation, Konservierung (Bespr.). S. 495.
- Deutsches Reich, Das — (Bespr.). S. 517.
- Deutschum, Ausbreitung des — nach Osten (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 296.
- im Auslande, Ein bemerkenswerter Erfolg des —. S. 371.
- Dispersion, anomale, Theorie der — auf der Sonne. S. 358.
- Donner, Schallreflexion beim —. S. 52.
- Dreikörperproblem, Über neue Fortschritte im — (Erwin Freundlich). S. 213.
- Dünger, Stickstoff-, Über die Wirkung von —. S. 329.
- Durchsichtigmachen, Über das — von menschlichen und tierischen Präparaten und seine theoretischen Bedingungen (Bespr.). S. 210.
- Dynamik der Kristallgitter (Bespr.). S. 669.
- Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit (Bespr.). S. 36.
- Edelmetalle** in Bleiglätte. S. 345.
- Edelsteine, künstliche, Die —, ihre Erzeugung, ihre Unterscheidung von den natürlichen und ihre Stellung im Handel (Bespr.). S. 515.
- Ehrlich, Paul †. S. 461.
- Eier der Paradiesvögel. S. 397.
- Eiffelturm, Über die drahtlose Station auf dem —. S. 86.
- Einheitshärteskala, Das Bedürfnis nach einer — in der Röntgentechnik (P. Ludewig). S. 403.
- Eisen, Magnetisierung des — auf seine Undurchlässigkeit für Röntgenstrahlen. S. 64.
- Eiszeit, Beiträge zur Kenntnis der — im Kaukasus (Bespr.). S. 162.
- Eiweiß, pflanzliches, Über die Ausnutzung des — im Tierkörper. S. 506.
- Eiweißkörper, Die chemische Konstitution der — (Bespr.). S. 458.
- Schwefel in —. S. 691.
- Elastizitätskoeffizienten, Messung der Ausdehnungs- und —. S. 358.
- Elektrische Aktivierung, Über die — des Stickstoffs. S. 646.
- Ströme, Die Unterbrechung — mit kleinem Kontakthube (W. Burstyn). S. 301.
- Triebkraft, Anwendung — im Bergbau. S. 51.

- Elektrizität, atmosphärische. Julius Elsters und Hans Geitels Bedeutung für die — (Karl Bergwitz). S. 377, 399.
- Licht-, Die — (Bespr.). S. 247.
- Theorie der — (Bespr.). S. 420.
- Reibungs-, an Isolatoren und Metallen. S. 271.
- Elektrizitätsversorgung, Der Staat und die — (Bespr.). S. 504.
- Elektrizitätswissenschaft, Der Anteil der Nationen an der — (Felix Auerbach). S. 153.
- Elektrochemie, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 460.
- wässriger Lösungen (Bespr.). S. 459.
- Elektrokultur. Zur Frage der —. S. 151.
- Elektrolytische Darstellung, Die — von Legierungen aus wässrigen Lösungen (Robert Kremann). S. 289. — (Bespr.). S. 664.
- Elektromagnete für Heilzwecke (H. du Bois). S. 389.
- Über die Anwendung starker — in der praktischen Medizin (E. Payr). S. 391.
- Elektrotechnik, Die wissenschaftlichen Grundlagen der — (Bespr.). S. 721.
- Ellenbogengelenk. Überstreckbarkeit des Unterarms im —. S. 519.
- Elster, Julius, und Hans Geitel als Forscher (E. v. Schweidler). S. 373.
- Energieverteilung. Neue Untersuchungen über die — im Sonnenspektrum. S. 87.
- Entfernungsmesser, Neue — mit absoluter Berichtigung. S. 64.
- Entgegnung. S. 542, 611.
- Entwicklungsgeschichte, Zellen- und Gewebelehre, Morphologie und — (Bespr.). S. 222.
- Entwicklungsmechanik, Vitalismus und — (Albert Oppel). S. 59.
- Entwicklungspsychologie, Über — (Bespr.). S. 356.
- Enzyme, Die chemische Natur der —. S. 505.
- Epikur, Das Leben und die Lehre — (Bespr.). S. 36.
- Erdbeben, Das italienische — vom 13. Januar 1915 (E. Tams). S. 189.
- Erdbebenwellen, Über die Theorie der — (M. P. Rudzki). S. 201.
- Erdkunde, Gesellschaft für — zu Berlin. Naturschutzbestrebungen. S. 50.
- Reisen in Australien. S. 110.
- Russisch-Turkestan. S. 172.
- Die Nordsee und ihre Küsten. S. 256.
- Ausbreitung des Deutschtums nach Osten. S. 296.
- Die Dardanellen und ihre Nachbargebiete auf Grund eigener Reisen. S. 368.
- Die österreichisch-ungarischen Küstenländer. S. 611.
- Reisen im nördlichen Kleinasien. S. 670.
- Schweizerische Expedition nach der mexikanischen Halbinsel Niederkalifornien. S. 723.
- Erdmagnetismus, Das arithmetische Mittel im täglichen Gang des —. S. 15.
- Ernährung, Die Nützlichkeit des Kalkes für die — des Menschen, der Tiere und der Pflanzen (B. Heinze). S. 536.
- Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen (Bespr.). S. 496.
- Ersatzstoffe, Versuche mit — für Wetterlampenbenzin. S. 506.
- Estolide. S. 422.
- Färbung, vitale, der Pflanzenzellen mit Anilinfarben. S. 139.
- Faradays Gedächtnisschwäche (Ernst Jentsch). S. 625, 637.
- Farben, Körper-, Die Messung und zahlenmäßige Darstellung der — (L. Bloch). S. 333.
- Farbenphotographie in der Medizin (Bespr.). S. 661.
- Fermentforschung (Bespr.). S. 248.
- Festschrift, Die Richard Abmann — (O. Baschin). S. 411.
- Elster und Geitel —, Übersicht über die —. S. 383, 400.
- Pfeffer —, Übersicht über die —. S. 131.
- Fette, Die Härtung der — (Bespr.). S. 456.
- aus Klärschlamm. S. 283.
- Feuerkugel, Über eine am Tage beobachtete —. S. 174.
- Fieber. S. 518.
- Fiktion und Hypothese (M. Kronenberg). S. 285, 303.
- Filterverfahren, Ein neues —. S. 470.
- Fischasseln, Skelettierende — (Aus der Zoologischen Station Rovigno, Adria). S. 233.
- Fische, junge pelagische, Parasitismus —. S. 704.
- Das Sehen der — (A. v. Tschermak). S. 177.
- Brehms Tierleben (Bespr.). S. 267.
- Fischereibiologie, Die praktische — als Helferin der theoretischen Biologie (Paulus Schiemenz). S. 681.
- Fixsterne, Durchmesser der —. S. 174.
- Fixsternkunde, Die neuesten Fortschritte der — (H. Ludendorff). S. 43.
- Flechten als Nähr- und Futtermittel (F. Tobler). S. 365.
- Flüssigkeit, reibungslose, Die Bewegung einer —. S. 346.
- Flugboote, Über die Aufstiegsverhältnisse von Wasserflugzeugen und —. S. 716.
- Fluoreszenzbanden Übertragung der Bjerrumschen Theorie auf die Absorptionsbanden und — organischer Körper. S. 271.
- Forstschutz, Der — (Bespr.). S. 220.
- Freiballon, Funkentelegraphische Empfangsversuche im —. S. 675.
- Frosch, Die Bewegung der Pigmentzellen beim —. S. 298.
- Funkentelegraphische Empfangsversuche im Freiballon. S. 675.
- Furchung, Befruchtung und —. S. 704.
- Futtereweiß, Ein neues Verfahren zur Massengewinnung von Hefe als —. S. 345.
- Gärung, alkoholische, Die Bildung von Milchsäure und Glycerin bei der —. S. 422.
- Gasbehälter, Eine neue Bauart für —. S. 471.
- Gase, verfestigte, Über optische Untersuchungen an —. S. 646.
- Gasinterferometer, Einige Erfahrungen bei der Eichung eines —. S. 346.
- Gasmoleküle, Reflexion der — an einer festen Wand. S. 621.
- Gasolin, Die Gewinnung von — aus Naturgas. S. 284.
- Gedächtnisschwäche, Faradays — (Ernst Jentsch). S. 625, 637.
- Gedanken, Letzte — (Bespr.). S. 208.
- Geitel, Hans, Julius Elster und — als Forscher (E. v. Schweidler). S. 373.
- Geltung, Das Problem der — (Bespr.). S. 719.
- Genie, Psychologie und Psychopathologie des —. S. 519.
- Geographen, Große —. Bilder aus der Geschichte der Erdkunde (Bespr.). S. 518.
- Geographische, Kriegs-, Zeitbilder (Bespr.). S. 410.
- Geoid, Das — im Harz (A. Galle). S. 72.



- Geologie, Abriß der allgemeinen und stratigraphischen — (Bespr.). S. 516.  
 — Militär- (F. Frech). S. 1.  
 Geologische Forschungen, Die neuen magnetischen Karten des Deutschen Reiches als Grundlage für — (A. Nippoldt). S. 349.  
 Geologisches vom westlichen Kriegsschauplatz (Edw. Hennig). S. 425.  
 — Wanderbuch (Bespr.). S. 162.  
 Geometrien, Nichteuclidische — und Raumbestimmung durch Messung (Richard Hönigswald). S. 307.  
 Geometrische Experimente (Bespr.). S. 632.  
 Geophysik, Kleins Jahrbuch der Astronomie und — (Bespr.). S. 38.  
 Geschosse, Infanterie- und Artillerie-, Über die Arbeitsleistung der —. S. 39.  
 Gesichtsmuskeln und Gesichtsausdruck (Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte). S. 721.  
 Gesteine, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und — nach Form, Inhalt und Entstehung (Bespr.). S. 76.  
 Getreidereste aus dem Mittelalter. S. 200.  
 Gewässer, Die — der Bucht von San Francisco (Gerhard Schott). S. 225.  
 Gewebekulturen und Gewebepflege im Explantat (Bespr.). S. 495.  
 Glasbodenboot, Ein — für Küstenforschungen (Aus der Zoologischen Station Rovigno, Adria). S. 281.  
 Glasplatten, stark gespannte, Einige Beobachtungen an — (G. Berndt). S. 367. — (Zuschr.). S. 445.  
 Gleichdruckölmotor, Der —, sein Anwendungsgebiet und seine Wirtschaftlichkeit (B. Klaffen). S. 684.  
 Glycerin, Die Bildung von Milchsäure und — bei der alkoholischen Gärung. S. 422.  
 Graphische Methoden (Bespr.). S. 632.  
 Gravitation, Apparat zur Bestimmung der — auf See. S. 271.  
 Gravitations- und Strahlenfeld, Das —. Kräfte und Spannungen (Bespr.). S. 420.  
 Greco, War — astigmatisch? (Bespr.). S. 209.  
 Grünalgen, Die — der Adria (Bespr.). S. 232.  
 $\gamma$ -Strahlen (Ionenzahl). S. 358.  
 — Von den — von Radium B. C und D hervorgerufene Ionisation. S. 270.  
 — Zahl der von den  $\beta$ -Strahlen und — des Radiums B und C erzeugten Ionen. S. 270.  
 Gurke, Spritz-, Das Ausschleudern der Samen bei der —. S. 235.  
**Haare**, Der Nachweis von Arsen in den —. S. 691.  
 Harn, Urinod, das riechende Prinzip des —. S. 330.  
 Harnsäuregruppe, s. Adolf von Baeyer (W. Dieckmann). S. 569.  
 Harz, Das Geoid im — (A. Galle). S. 72.  
 Hausschwamm, Die Holzansteckung durch —. S. 200.  
 Havarien, Schiffs-, Das Wesen der —. S. 713.  
 Hefe, Ein neues Verfahren zur Massengewinnung von — als Futterweiß. S. 345.  
 Hefenfermente, Fortgesetzte Untersuchungen über Carboxylase und andere —. S. 690.  
 Helgoland, Aus — Vorzeit (Edw. Hennig). S. 273.  
 Helium, Das Spektrum des Wasserstoffs und des —. S. 331.  
 Heufieber, Erfolgreiche Behandlung des —. S. 298.  
 Hittorf, Wilhelm (Alfred Coehn). S. 41.  
 Hochfrequenzkreise, Über die Messung kleiner Verluste in —. S. 88.  
 Hochmoorboden, Stickstoffumsetzungen im —. S. 298.  
 Höhle, Deutschlands größte —. S. 51.  
 Hörweite, Die — des Kanonendonners. S. 434.  
 Hohlspiegel, Über die Prüfung von — für Scheinwerfer. S. 674.  
 Holz, Nährwert des —. S. 198.  
 Holzansteckung, Die — durch Hausschwamm. S. 200.  
 Holzzellulosepulver. S. 423.  
 Honig (H. Kutenkeuler). S. 443.  
 Hydroaromatische Verbindungen, s. Adolf von Baeyer (C. Harries). S. 587.  
 Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter, Ur Svenska — (Bespr.). S. 230.  
 Hypothese, Fiktion und — (M. Kronenberg). S. 285, 303.  
**Jahresbericht**, Der — des American Museum of Natural History über das Jahr 1914 (Bespr.). S. 294.  
 Jauchestickstoff, Verwendung von Torfstreu zur besseren Erhaltung des —. S. 330.  
 Indigoarbeiten, s. Adolf von Baeyer (P. Friedländer). S. 573.  
 Interferenz, Die — der Röntgenstrahlen (Bespr.). S. 343.  
 Johannisbeere, schwarze, Erfolgreiche Bekämpfung des Cronartiumroster auf der —. S. 371.  
 Ionen, träge, Natur der — der Atmosphäre. S. 331.  
 — Wiedervereinigung der —. S. 622.  
 Ionisation, Rest-. S. 544.  
 Ionisierte Oberflächenschichten, Existenz von — an Metallen. S. 622.  
 Juliussche Theorie der anomalen Dispersion. S. 622.  
 Jupitermond, Über die Bahnbewegung des neunten —. S. 87.  
 Juteersatz, Bemerkungen über — (Fr. Tobler). S. 513.  
**Kälte**, Versuche mit niederen Land- und Süßwassertieren bei ziemlich starker —. S. 703.  
 Kältetechnik, Die — und ihre zunehmende Bedeutung für verschiedene Gebiete. (Werner Ahrens.) S. 477.  
 Käse, Zwei wenig bekannte Eigenschaften der —. S. 199.  
 Kaffee-Ersatzmittel. S. 297.  
 Kalifornien, Nieder-, Schweizerische Expedition nach der Mexikanischen Halbinsel — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 723.  
 Kalk und Magnesia, Die Bedeutung des Mengenverhältnisses von — in den Nahrungsmitteln. S. 370.  
 — Die Nützlichkeit des — für die Ernährung des Menschen, der Tiere und der Pflanzen (B. Heinze). S. 536.  
 Kalksalze, Die Rolle der — und ihre Wichtigkeit bei der menschlichen Ernährung, namentlich im Kriege. S. 284.  
 Kalziumkarbid, chemisch reines, Über Untersuchungen von —. S. 647.  
 Kanonendonner, Die Hörweite des —. S. 434.  
 Katalysator, Quecksilber als —. S. 691.  
 Kaukasus, Beiträge zur Kenntnis der Eiszeit im — (Bespr.). S. 162.  
 Keplers Verdienste um das Gesetz der allgemeinen Massenanziehung. S. 496.  
 Klärschlamm, Fett aus —. S. 283.  
 Kleiderlaus, Die Biologie der — (Albrecht Hase). S. 613.

- Kleinasien, nördliches, Reisen im — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 670.
- Klimaschwankungen, Eine neue Methode zur Feststellung von —. S. 152.
- Körperfarben, Die Messung und zahlenmäßige Darstellung der — (L. Bloch). S. 333.
- Kohle, Die Lummerschen Arbeiten zur Verflüssigung der — und Herstellung der Sonnentemperatur (S. Valentiner). S. 65.
- Kohlendioxyd, Über die elektrolytische Reduktion von unter Druck gelöstem — und Kohlenoxyd. S. 647.
- Kohlenhydratester, Natürliche — aromatischer Säuren. S. 691.
- Kohlenoxyd, Über die elektrolytische Reduktion von unter Druck gelöstem Kohlendioxyd und —. S. 647.
- Kohlenoxyd-Luftprüfer, Ein neuer —. S. 471.
- Kohlensäure als Pflanzendünger. S. 199.
- Kohlensäuregehalt, Der — der Luft in seiner Bedeutung für die grünen Pflanzen. S. 370.
- Kohlenstoff, Basische Natur des —, s. Adolf von Baeyer (W. Schlenk). S. 596.
- Kolloide Lösungen, Über Ultramikroskopie und — (W. Bachmann). S. 181, 191.
- Komet, Ein neuer — entdeckt. S. 150.
- Vom neuen —. S. 174.
- periodische, Wiederauffindung zweier —. S. 329.
- Neuentdeckungen von Planetoiden und —. S. 496.
- periodische, Wiederkehr —. S. 234.
- Kompaß, Der — (Bespr.). S. 516.
- Konservierung, Desinfektion, Sterilisation und — (Bespr.). S. 495.
- Kontaktpotentiale, Ursache der —. S. 270.
- Korksäure, Die —. S. 691.
- Kräfte und Spannungen. Das Gravitations- und Strahlenfeld (Bespr.). S. 420.
- Krieg:
- Die Wasserversorgung von Antwerpen während der Belagerung. S. 470.
- Über die Arbeitsleistung der Infanterie- und Artilleriegeschosse. S. 39.
- Benzinersatzstoffe für den Automobilbetrieb. S. 257.
- Über einige Baumwolllieferanten der heimischen Flora (Zuschr.). S. 631.
- Eine einfache Methode zur Unterscheidung von Benzin und Benzol. S. 624.
- Die Bildungsstärke der grünen Blätter und ihre Nutzbarmachung (F. W. Neger). S. 407.
- Über Brennstoffe und Motorentreibmittel in Kriegszeiten. S. 646.
- Brennstoffvorräte unserer Feinde (F. Frech). S. 2.
- Die Dardanellen und ihre Nachbargebiete auf Grund eigener Reisen (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 368.
- Ein bemerkenswerter Erfolg des Deutschtums im Auslande. S. 371.
- Ausbreitung des Deutschtums nach Osten (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 296.
- Der Anteil der Nationen an der Elektrizitätswissenschaft (Felix Auerbach). S. 153.
- Flechten als Nähr- und Futtermittel (F. Tobler). S. 365.
- Ein neues Verfahren zur Massengewinnung von Hefe als Futtereisweiß. S. 345.
- Aus Helgolands Vorzeit (Edw. Hennig). S. 273.
- Nährwert des Holzes. S. 198.
- Die Hörweite des Kanonendonners. S. 434.
- Bemerkungen über Juteersatz (Fr. Tobler). S. 513.
- Zwei wenig bekannte Eigenschaften der Käse. S. 199.
- Kaffee-Ersatzmittel. S. 297.
- Die Biologie der Kleiderlaus (Albrecht Hase). S. 613.
- Militärgeologie (F. Frech). S. 1.
- Die Nordsee und ihre Küsten (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 256.
- Die österreichisch-ungarischen Küstenländer (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 611.
- Über neuere Literatur zur Landes- und Volkskunde des russischen Reiches (Max Friederichsen). S. 195.
- Russisch-Turkestan (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 172.
- Die Grenzmarken des europäischen Rußlands (Bespr.). S. 411.
- Die Schlachtfelder in geographisch-geologischer Hinsicht (F. Frech). S. 101.
- Sojabohne für die Zwecke der Volksernährung. S. 345.
- Der Bau der afrikanisch-arabischen Wüste (Edw. Hennig). S. 449.
- Krieg, Die Naturwissenschaften im — (F. Frech). S. 1, 101.
- Die Rolle der Kalksalze und ihre Wichtigkeit bei der menschlichen Ernährung, namentlich im —. S. 284.
- Die Physik im — (Bespr.). S. 421.
- Kriegführung, Meteorologie und — (O. Baschin). S. 242.
- Kriegsgeographische Zeitbilder (Bespr.). S. 410.
- Kriegsschauplatz, westlicher, Geologisches vom — (Edw. Hennig). S. 425.
- Kriegsschauplätze, Die europäischen — (Bespr.). S. 255.
- Kristalle, Durchgang von  $\alpha$ -Strahlen durch —. S. 272.
- Kristallflächen, Löslichkeit —. S. 691.
- Kristallgitter, Dynamik der — (Bespr.). S. 669.
- Kristallisation, rhythmische — (Raphael Ed. Liesegang). S. 500.
- Kristallstruktur, Interferenz der Röntgenstrahlen und —. S. 435.
- Küstenfische, Über — von Westafrika, besonders von Kamerun (Bespr.). S. 211.
- Länderkunde**, der gegenwärtige Stand der — (Karl Sapper). S. 89.
- Landesaufnahme, Die Stereophotogrammetrie im Dienste der —. S. 234.
- Land- und Süßwassertiere, Versuche mit niederen — bei ziemlich starker Kälte. S. 703.
- Laus, Kleider-, Die Biologie der — (Albrecht Hase). S. 613.
- Leben, Die Kennzeichen des — (A. Pütter). S. 709.
- Lebensvorgänge, Temperatur und — (Bespr.). S. 664.
- Legierungen, Die elektrolytische Darstellung von — aus wässrigen Lösungen (Robert Kremann). S. 289. — (Bespr.). S. 664.
- Leitfähigkeit, elektrische, kolloider Lösungen. S. 436.

- Licht. Einwirkung der Schwerkraft auf das — S. 421.
- Lichtbogen, Der Gleichstrom — großer Bogenlänge. S. 283.
- Lichtelektrische Methode, Die Anwendung der — in der Astrophotometrie (P. Guthnick und R. Prager). S. 53.
- Lichtelektrizität, Die — (Bespr.). S. 247.
- Lichtemission, Parallelstellung von Atomen und Polarisierung ihrer — durch das elektrische Feld (Zuschr.). S. 419.
- Lichtmessungen mit Selen (Bespr.). S. 248.
- Lichtwechsel der Sonne, Über die Bestimmung der Solarkonstante und den dabei zutage getretenen — (Erwin Freundlich). S. 606.
- Lilienfeld, Die Röntgenröhre nach Dr. J. —. S. 357.
- Lösungen, kolloide, Elektrische Leitfähigkeit —. S. 436.
- trübe, Die Untersuchung von — (Werner Mecklenburg). S. 317.
- Logik, Neue Grundlagen der — Arithmetik und Mengenlehre (Bespr.). S. 223.
- Luft-Ammoniak-Gemische, Ueber die Explosibilität von —. S. 258.
- Luftelektrische Messungen. S. 634.
- Luftfahrt, Die angewandte Chemie in der — (Bespr.). S. 664.
- Luzerne, Das Verpflanzen der — (Bespr.). S. 552.
- Mach, Ernst, als Philosoph, Physiker und Psycholog (Bespr.). S. 208.
- Magnesia, Die Bedeutung des Mengenverhältnisses von Kalk und — in den Nahrungsmitteln. S. 370.
- Magnete, Elektro-, für Heilzwecke (H. du Bois). S. 389.
- Elektro-, Über die Anwendung starker — in der praktischen Medizin (E. Payr). S. 391.
- Magnetfeld, Zusammenhang zwischen Magnetostriktion und Widerstandsänderung im —. S. 636.
- Magnetische Aufnahme der Erde, Neuere Arbeiten der Carnegie-Institution an der — (A. Nippoldt). S. 408.
- Karten, Die neuen — des Deutschen Reiches als Grundlage für geologische Forschungen (A. Nippoldt). S. 349.
- Vermessung, Die — I. Ordnung des Königreichs Preußen 1898 bis 1903 (Bespr.). S. 517.
- Magnetisches Feld, Rückstoßatom im —. S. 544.
- Magnetisierung des Eisens auf seine Undurchlässigkeit für Röntgenstrahlen. S. 64.
- eines Körpers aus magnetischem Material bei seiner Rotation. S. 621.
- Magnetismus, Theorie des —. S. 359.
- Magnetostriktion, Zusammenhang zwischen — und Widerstandsänderung im Magnetfelde. S. 636.
- Mars, Neues vom Planeten —. S. 329.
- Maschinenrechnen, Die Rechenmaschinen und das — (Bespr.). S. 504.
- Massenanziehung, Keplers Verdienste um das Gesetz der allgemeinen —. S. 496.
- Materialprüfungsamt, Das Königliche — in Lichterfelde-West bei Berlin und seine Aufgaben (Werner Mecklenburg). S. 656, 665.
- Materialuntersuchung unter besonderer Berücksichtigung des Turbinenschaufelmaterials, ausgeführt im Laboratorium der Firma F. Schichau, Elbing. S. 700.
- Materie, Zur Lehre von den Zuständen der — (Bespr.). S. 311.
- Mathematische Erkenntnis, Die — (Bespr.). S. 222.
- Erziehung, Betrachtungen über — vom Kindergarten bis zur Universität (Bespr.). S. 25.
- Mayer, Robert, zur Jahrhundertfeier seiner Geburt (Bespr.). S. 11.
- Medizin, Einführung in die Geschichte der — (Bespr.). S. 293.
- Mendels Vererbungstheorien (Bespr.). S. 542.
- Mengenlehre, Neue Grundlagen der Logik, Arithmetik und — (Bespr.). S. 223.
- Meteorologie und Kriegführung (O. Baschin). S. 242.
- Meteorspur, photographische, Die photometrische Ausmessung einer —. S. 234.
- Methan, Zum Nachweis des —. S. 623.
- Mikroskopisches Praktikum, Erstes — (Bespr.). S. 494.
- für systematische Botanik (Bespr.). S. 662.
- Mikrowagen, Über — und ihre Anwendung in der chemischen Analyse (F. Emich). S. 693.
- Milchsäure, Die Bildung von — und Glyzerin bei der alkoholischen Gärung. S. 422.
- Militärgeologie (F. Frech). S. 1.
- Mimicry bei Schlangen. S. 344.
- Mimosen, Die Reizleitung bei den —. S. 151.
- Mineralchemie, Handbuch der — (Bespr.). S. 100.
- Mineralien, Die nutzbaren — mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohle und des Petroleums (Bespr.). S. 76.
- Die Lagerstätten der nutzbaren — und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung (Bespr.). S. 76.
- Mischfarben, Über die Natur der — auf Grund der Undulationshypothese (Bespr.). S. 343.
- Mittelmeergebiet, Das —, seine geographische Lage und kulturelle Eigenart (Bespr.). S. 410.
- Moleküldurchmesser, Zusammenhänge zwischen den — der Edelgase und der Gase der Halogensgruppe. S. 331.
- Molekulargewichtsbestimmung im festen Zustand. S. 14.
- Molekularströme, Ampèresche, Experimenteller Nachweis der — (A. Einstein). S. 237.
- Mond, Veränderungen auf dem —. S. 28.
- Mondgezeiten, atmosphärische —. S. 421.
- Monismus, Der — (Richard Herberth). S. 141.
- Moorkunde, Jahrbuch der — (Bespr.). S. 231.
- Moorverwertung, technische, Arbeiten des Laboratoriums für die — an der Königl. Technischen Hochschule zu Hannover (Bespr.). S. 170.
- Morphologie, Zellen- und Gewebelehre, — und Entwicklungsgeschichte (Bespr.). S. 222.
- Motorentreibmittel, Über Brennstoffe und — in Kriegszeiten. S. 646.
- Müller, Fritz, Herausgabe von — Werken, Briefen und Leben. S. 702.
- Museum, Jahresbericht des American — of Natural History über das Jahr 1914 (Bespr.). S. 294.
- Musikinstrumente, Real-Lexikon der — (Bespr.). S. 246.
- Nahrungsmittel**, Über die Benutzung von Blut als Zusatz zu — (Bespr.). S. 549.
- Nahrungsmittelchemie, Die Entwicklung der — und Nahrungsmittelkontrolle im Deutschen Reiche (H. Kutteneuler). S. 509, 521.

- Nahrungsstoffe, Über den oxydativen Abbau der — im Tierkörper (Georg Landmann). S. 45.
- Naphthalinmotoren. S. 258.
- Naturgas, Die Gewinnung von Gasolin aus —. S. 284.
- Naturschutzbestrebungen (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 50.
- Naturwissenschaft, moderne, Demokrit und die — (M. Kronenberg). S. 29.
- Naturwissenschaftlicher Unterricht, Methodik und Technik des — (Bespr.). S. 431.
- Nernstsches Wärmetheorem, Das — und seine Bewährung durch Affinitätsmessungen (John Eggert). S. 452.
- Nichteuklidische Geometrien und Raumbestimmung durch Messung (Richard Hönigswald). S. 307.
- Niederschläge, atmosphärische, Elektrizität der —. S. 634.
- Nordsee, Die — und ihre Küsten (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 256.
- Oberflächenhärtung**, Verfahren zur — von Stahl. S. 64.
- Oberflächenspannung, Die — amorpher Körper. S. 15.
- Objektisch, heizbarer. S. 139.
- Odontologische Studien (Bespr.). S. 526.
- Österreich-Ungarn, Die Pflanzendecke — (Bespr.). S. 551.
- Österreichisch-ungarischen Küstenländer, Die — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 611.
- Optische Untersuchungen, Über — verfestigter Gase. S. 646.
- Optochin, Das — in der Augenheilkunde (Levinsohn). S. 653.
- Organismen, Die neueren Untersuchungen über die kleinsten — des Meeres (J. Schiller). S. 204, 217.
- Orionnebel, Atomgewicht einiger nicht irdischer Elemente im —. S. 358.
- Ornithologische Mitteilungen. S. 397, 633.
- Osmotischer Druck, Der — (Bespr.). S. 530.
- Ostjaken, Messungen an den Samojeden, — und Wogulen Nordwest-Sibiriens. S. 371.
- Oxonium-Verbindungen, s. Adolf von Baeyer (H. Wieland). S. 594.
- Oxydationen, biologische, Neuere Anschauungen über den Mechanismus — (C. Oehme). S. 362.
- Paläogeographische** Mitteilungen. S. 647.
- Paläozoologie, Die — in Forschung und Lehre (O. Abel). S. 413.
- Paphlagonia (Bespr.). S. 446.
- Parabiose, Die — (Max Heyde). S. 69.
- Paradiesvögel, Eier der —. S. 397.
- Parasiten, Die tierischen — des Menschen, die von ihnen hervorgerufenen Erkrankungen und ihre Heilung (Bespr.). S. 494.
- Parasitismus junger pelagischer Fische. S. 704.
- Peroxyde, s. Adolf von Baeyer (H. Wieland). S. 594.
- Petrographie, physikalisch-chemische, Grundlagen der — (Bespr.). S. 515.
- Pfeffer, Wilhelm (G. Haberlandt). S. 115.
- Pflanzen, Neue und wenig bekannte — Deutsch-Südwest-Afrikas unter besonderer Berücksichtigung der Succulenten (Bespr.). S. 209.
- Pflanzendecke, Die — Österreich-Ungarns (Bespr.). S. 551.
- Pflanzendünger, Kohlensäure als —. S. 199.
- Pflanzengeographie, ökologische, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 187.
- Pflanzenkrankheiten, Gebiete der — und des Pflanzenschutzes. S. 236.
- Pflanzenphysiologie, s. Wilhelm Pfeffer (Friedrich Czapek). S. 120.
- Pflanzenphysiologische Technik und Methodik, s. Wilhelm Pfeffer (L. Jost). S. 129.
- Pflanzenreich, Das — (Bespr.). S. 550.
- Pflanzenschutz, Gebiete der Pflanzenkrankheiten und des —. S. 236.
- Pflanzenwelt, Die — Afrikas, insbesondere seiner tropischen Gebiete (Bespr.). S. 550.
- Pflanzenzellen, Vitale Färbung der — mit Anilinfarben. S. 139.
- Pflanzliche Lebensvorgänge, Über den rhythmischen Verlauf — (H. Kniep). S. 462, 473.
- Pfropfmischlinge, Chimären und — (Johannes Buder). S. 6, 23, 33.
- Philosophie, Einleitung in die — (Bespr.). S. 355.
- Photographie, Farben- in der Medizin (Bespr.). S. 661.
- Die Mißerfolge in der — und die Mittel zu ihrer Beseitigung (Bespr.). S. 223.
- Photographische Photometrie. S. 13.
- Photometrierung der Röntgenstrahlen. S. 13.
- Photometrische Ausmessung, Die — einer photographischen Meteorspur. S. 234.
- Phototropischer Reiz, Einige interessante Versuche über die Leitung des —. S. 235.
- Phthaleine, s. Adolf von Baeyer (Richard Meyer). S. 576.
- Physik, Die — im Kriege (Bespr.). S. 421.
- Eine Darstellung der — für gebildete Laien (A. Byk). S. 641.
- medizinische (Bespr.). S. 62.
- moderne, Die Relativitätstheorie in der — (Bespr.). S. 11.
- theoretische, Einführung in die — (Bespr.). S. 419.
- Physikalische Demonstrationen (Bespr.). S. 37.
- Forschungen, s. Wilhelm Pfeffer (Friedrich Czapek). S. 120.
- Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Die Tätigkeit der — im Jahre 1914 (Karl Scheel). S. 533, 545.
- Physiologie, marine, Gegenwärtiger Stand der — (A. v. Tschermak). S. 77.
- Pigmentzellen, Die Bewegung der — beim Frosch. S. 298.
- Pilze, Die Sexualität der — (Hermann Sierp). S. 82.
- Planet, Ein neuer kleiner —. S. 150.
- Anzahl der kleinen —. S. 28.
- transneptunische, Die Frage nach etwaigen —. S. 87.
- Planetenbewegungen, Zur Erklärung einiger Unregelmäßigkeiten in den —. S. 121.
- Planetoid, neuer. S. 150.
- Planetoiden und Kometen, Neuentdeckungen von —. S. 496.
- Planktonwanderung, vertikale, Bemerkungen zur Frage der — (Bespr.). S. 232.
- Plejaden, Über die Bewegung der —. S. 150.
- Plejadensterne, Über die relativen Bewegungen der —. S. 234.
- Polarisierung, Parallelstellung von Atomen und — ihrer Lichtemission durch das elektrische Feld (Zuschr.). S. 419.
- Pond Problems (Bespr.). S. 492.
- Potentialgefälle, Starke lokale Störungen des atmosphärischen —. S. 635.
- Préhistorique, L'usure des dents chez les —. S. 315.

- Projektionsapparat im botanischen und pflanzen-physiologischen Unterricht. S. 138.  
Pseudostalaktiten. S. 423.  
Psychologie, Über Entwicklungs — (Bespr.). S. 356.  
— und Psychopathologie des Genies. S. 519.  
**Quantenhypothese**, Anwendungen der — in der kinetischen Theorie der festen Körper und der Gase (Bespr.). S. 248.  
— Einige neue Experimente zur — und deren theoretische Bedeutung (Alfred Landé). S. 17.  
Quantentheorie, Die Grundlagen der — in elementarer Darstellung (Bespr.). S. 248.  
Quarzröhren für Gase durchlässig. S. 622.  
Quecksilber als Katalysator. S. 691.  
**Radioaktive Meßmethoden und Einheiten** (Bespr.). S. 9.  
Radioelemente, Fällung und Adsorption der —. S. 174.  
Radium, Die Geschwindigkeit der  $\alpha$ -Strahlen des —. S. 544.  
— Konstanten des —. S. 270.  
— Direkter experimenteller Nachweis der Bildung von — aus Uran. S. 543.  
Radiumemanation, Kondensationstemperatur von Thoremanation und —. S. 358.  
— Kenntnis, des Gehaltes der Luft an —. S. 635.  
Radiumforschung, Über die Arbeit des Instituts für — (Fritz Paneth). S. 437.  
Rathenau, Emil †. S. 361.  
Rauchverhütungsvorrichtung, Die — Bauart Staby. S. 672.  
Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik (Bespr.). S. 343.  
Raumorientierung, Die — der Ameisen und das Orientierungsproblem im allgemeinen (Bespr.). S. 210.  
Rechenmaschinen und das Maschinenrechnen (Bespr.). S. 504.  
Red Sea, Desert and Water Gardens of the — (Bespr.). S. 255.  
Reduktionsprozesse und Synthesen beim Tiere in ihrer Beziehung zu einer Sulphydrilgruppe (M. Hausmann). S. 323.  
Reibungselektrizität an Isolatoren und Metallen. S. 271.  
Reizleitung, Die — bei den Mimosen. S. 151.  
Reizphysiologie, s. Wilhelm Pfeffer (H. Kniep). S. 124.  
Relativitätstheorie, Die — in der modernen Physik (Bespr.). S. 11.  
Restionisation. S. 544.  
Rhythmischer Verlauf, Über den — pflanzlicher Lebensvorgänge (H. Kniep). S. 462, 473.  
Röntgenröhre, Die — nach Dr. J. Lilienfeld. S. 357.  
Röntgenstrahlen, Durchgang der  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\lambda$ - und — durch Materie (Bespr.). S. 36.  
— Magnetisierung des Eisens auf seine Undurchlässigkeit für —. S. 64.  
— Die Interferenz der — (Bespr.). S. 343.  
— Interferenz der — und Kristallstruktur. S. 435.  
— Photometrierung der —. S. 13.  
Röntgenstrahlenenergie, Das Verhältnis der — zur Kathodenstrahlenenergie in einer Coolidge-Röhre. S. 544.  
Röntgenstrahlenspektrum, Das — von Silber, Palladium und Rhodium. S. 544.  
Röntgenstrahlung, sehr weiche —. S. 270.  
Röntgentechnik, Das Bedürfnis nach einer Einheits-härteskala in der — (P. Ludewig). S. 403.  
Rückstoßatom im magnetischen Felde. S. 544.  
Ruinen von Uxmal (Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte). S. 721.  
Russisches Reich, Über neuere Literatur zur Landes- und Volkskunde des — (Max Friederichsen). S. 195.  
Rußland, europäisches, Die Grenzmarken des — (Bespr.). S. 411.  
**Saatschutzmittel**. S. 236.  
Säugetiere, Die — (Bespr.). S. 185.  
Salzgehalt, Zur Bestimmung des — von Seewasser. S. 315.  
Samenpflanzen, Alkoholoxydation durch die —. S. 506.  
Samojeden, Messungen an den — Ostjaken und Wogulen Nordwest-Sibiriens. S. 371.  
San Francisco, Die Gewässer der Bucht von — (Gerhard Schott). S. 225.  
Schallreflexion beim Donner. S. 52.  
Scheinwerfer, Über die Prüfung von Hohlspiegeln für —. S. 674.  
Schiffbautechnische Gesellschaft, Die XVII. ordentliche Hauptversammlung der —. S. 699, 713.  
Schiffshavarien, Das Wesen der —. S. 713.  
Schlachtfelder, Die — in geographisch-geologischer Hinsicht (F. Frech). S. 101.  
Schlagwetterprüfer, Ein neuer —. S. 314.  
Schlamm, Das Leben im — (Ernst G. Pringsheim). S. 467.  
Schlangen, Mimicry bei —. S. 344.  
Schleudermechanismen, Über Spritz- und — der Pflanzen (Hermann von Guttenberg). S. 261.  
Schottvorschriften, Die — des internationalen Vertrages zum Schutze des menschlichen Lebens auf See. S. 699.  
Schmelzpunkt des Wolframs. S. 621.  
Schmelzversuche, Interessante — an einem neuen Panzerstahl. S. 64.  
Schwefel in Eiweißkörpern. S. 691.  
Schwefeldioxyd, Über die Bestimmung sehr kleiner Mengen — in der Luft. S. 624.  
Schwefelverbindungen, Die Umwandlungen der — im Ackerboden. S. 505.  
— Neue Forschungen auf dem Gebiete der natürlichen —. S. 692.  
Schwerkraft, Einwirkung der — auf das Licht. S. 421.  
Schwimmbblasen, Die — der Büschelmücke, *Coretha plumicornis* (O. Steche). S. 157.  
Schwingungserzeuger, Der Wehneltunterbrecher als —. S. 52.  
Seewasser, Zur Bestimmung des Salzgehaltes von —. S. 313.  
Seismometrie, Vorlesungen über (Bespr.). S. 27.  
Selbstverdaauung, Das Problem vom Schutze gegen die —. S. 553.  
Selen, Lichtmessungen mit — (Bespr.). S. 248.  
Serradella, Über die Entwicklung der — auf leichten und schweren Böden und ihren großen wirtschaftlichen Wert mit Berücksichtigung von Impfungen (B. Heinze). S. 339, 352.  
Sexualität, Die — der Pilze (Hermann Sierp). S. 82.  
Sibirien ein Zukunftsland (Bespr.). S. 37.  
Solarkonstante, Über die Bestimmung der — und den dabei zutage getretenen Lichtwechsel der Sonne (Erwin Freundlich). S. 606.



- Silber, Die Vielfarbigkeit des fein verteilten metallischen —. S. 423.
- Sojabohne für die Zwecke der Volksernährung. S. 345.
- Sonne, Theorie der anomalen Dispersion auf der —. S. 358.
- Sonnenfinsternis, totale, Zur Beobachtung der — vom 21. August 1914. S. 28.
- Sonnenlicht, Über das von der Erde reflektierte —. S. 87.
- Sonnenspektrum, Neue Untersuchungen über die Energieverteilung im —. S. 87.
- Sonnentemperatur, Die Lummerschen Arbeiten zur Verflüssigung der Kohle und Herstellung der — (S. Valentiner). S. 65.
- Sonnenwärme, Die Ausnutzung der —. S. 150.
- Spannungen, Kräfte und —. Das Gravitations- und Strahlenfeld (Bespr.). S. 420.
- Spektrallinien, Die Wellenlänge der — metallischer Elemente hängt von den Versuchsbedingungen ab. S. 358.
- Spektroskopie, Die Bedeutung der — für die Stellar- astronomie (Erwin Freundlich). S. 401.
- Spektrum, Das — des Wasserstoffs und des Heliums. S. 331.
- Spritzgurke, Das Ausschleudern der Samen bei der —. S. 235.
- Spritz- und Schleudermechanismen, Über — der Pflanzen (Hermann von Guttenberg). S. 261.
- Stadtkultur, Der Einfluß der — in biologischer Beziehung (H. Fehlinger). S. 429.
- Stärkechemie, Neue Ergebnisse der — (Hans Pringsheim). S. 95.
- Stahl, Verfahren zur Oberflächenhärtung von —. S. 64.
- Panzer-, Interessante Schmelzversuche an einem neuen —. S. 64.
- Starkeffekt. S. 621.
- Statistische Gesetzmäßigkeit, Dynamische und — (Bespr.). S. 36.
- Stellarastronomie, Die Bedeutung der Spektroskopie für die — (Erwin Freundlich). S. 401.
- Stereophotogrammetrie, Die — im Dienste der Landesaufnahme. S. 234.
- Stereoskopbilder vom Sternhimmel (Bespr.). S. 609.
- Sterilisation, Desinfektion, — und Konservierung (Bespr.). S. 495.
- Stern, Ein — mit stärkerer Eigenbewegung. S. 28.
- Sternhimmel, Stereoskopbilder vom — (Bespr.). S. 609.
- Stickstoff, Über die elektrische Aktivierung des —. S. 646.
- chemisch reiner, Verfahren zur Herstellung von —. S. 623.
- gepreßter, Verwendung von —. S. 674.
- Stickstoffdünger, Über die Wirkung von —. S. 329.
- Stickstoffumsetzungen im Hochmoorboden. S. 298.
- Stoffwechselermente (Bespr.). S. 548.
- Strahlenbrechung, Über Störungen der — im Innern der Beobachtungsräume. S. 496.
- Stratigraphy, Principles of — (Bespr.). S. 99.
- Strudelwürmer, Die — (Bespr.). S. 186.
- Stürme, Tropische Wirbel- und niedriger Luft- druck. S. 63.
- Suchfenster zu Studien in Küstennähe (Aus der Zoologischen Station Rovigno, Adria). S. 282.
- Südpolexpedition, Die australische —. S. 38.
- Süßwassertierte, Versuche mit niederen Land- und — bei ziemlich starker Kälte. S. 703.
- Synthesen, Reduktionsprozesse und — beim Tiere in ihrer Beziehung zu einer Sulfhydrylgruppe (M. Hausmann). S. 323.
- Tables Annuelles de Constantes et Données Numériques de Chimie, de Physique et de Technologie (Bespr.). S. 344.
- Technik, antike — (Bespr.). S. 643.
- naturgeschichtliche, Handbuch der — für Lehrer und Studierende der Naturwissenschaften (Bespr.). S. 431.
- physikalisch-chemische, Handbuch der — für Forscher und Techniker (Bespr.). S. 610.
- Teerdestillation, ein neues Verfahren zur —. S. 623.
- Telegraphie, drahtlose, Gleichzeitiges Senden und Empfangen in der —. S. 12.
- gerichtete drahtlose, Anordnung für —. S. 15.
- Temperatur, konstante, Zimmer mit —. S. 138.
- und Lebensvorgänge (Bespr.). S. 664.
- Terpenkörper, s. Adolf von Baeyer (C. Harries). S. 587.
- Thermodynamik, technische — (Bespr.). S. 502.
- Thermometer, Widerstands-, Material für sehr empfindliche —. S. 622.
- Thor-D-Chlorid. S. 271.
- Thor- und Radium-Emanation, Kondensations- Temperatur von —. S. 358.
- Thoriumreihe, Zur Frage des Endproduktes der —. S. 272.
- Tibetreise, Meine — (Bespr.). S. 253.
- Tiefbohren, Verfahren und Einrichtungen zum — (Bespr.). S. 516.
- Tiën-schan, Der südliche — (Bespr.). S. 254.
- Tierbilder, Brehms —. Die Säugetiere. (Bespr.). S. 541.
- Tierkreislicht, Über die Wahrnehmung des — in hohen Breiten der Erde. S. 329.
- Tierleben, Brehms —. Die Fische (Bespr.). S. 267.
- Die Säugetiere (Bespr.). S. 185, 540.
- Tintenfische, mit besonderer Berücksichtigung von Sepia und Octopus (Bespr.). S. 186.
- Torfstreu, Verwendung von — zur besseren Erhaltung des Jauchestickstoffes. S. 330.
- Touraine, Funde der Bronzezeit in der —. S. 554.
- Transportmittel, Natürliche und technische — und ihre Geschwindigkeit. S. 277.
- Tripletserie (Neben-), Abweichung der Linien der ersten — des Bariums. S. 359.
- Turbinenschaufel-Material, Materialuntersuchung unter besonderer Berücksichtigung des —, ausgeführt im Laboratorium der Firma F. Schichau, Elbing. S. 700.
- Turkestan, Russisch — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 172.
- Überstreckbarkeit des Unterarms im Ellenbogen- gelenk. S. 519.
- Ultraleitfähigkeit. S. 620.
- Ultramikroskopie, Über — und kolloide Lösungen (W. Bachmann). S. 181, 191.
- Ultraviolett, Lichtquellen zur Untersuchung der Absorptionsspektren im —. S. 634.
- Ultraviolette Strahlung, Die kürzeste —. S. 621.
- Undulationshypothese, Über die Natur der Misch- farben auf Grund der — (Bespr.). S. 343.
- Unterbrechung, Die — elektrischer Ströme mit klei- nem Kontakthube (W. Burstyn). S. 301.
- Unterricht, naturwissenschaftlicher, Methodik und Technik des — (Bespr.). S. 431.
- Wesen und Wert des — (Bespr.). S. 160.

- Uran, Direkter experimenteller Nachweis der Bildung von Radium aus —. S. 543.
- Urinod, das riechende Prinzip des Harns. S. 330.
- Urwaldphänomen, Das — Amazoniens (Bespr.). S. 447.
- Uxmal, Die Ruinen von — (Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte). S. 721.
- Veränderliche** Sterne, Von 2523 —. S. 174.
- Verbrennung, Über den Einfluß des Druckes auf die — explosiver Gas-Luft-Mischungen. S. 87.
- Verdauung, Selbst-, Das Problem vom Schutze gegen die —. S. 553.
- Vererbungslehre, Einführung in die experimentelle (Bespr.). S. 549.
- Vererbungstheorien, Mendels — (Bespr.). S. 542.
- Verflüssigung der Kohle, Die Lummerschen Arbeiten zur — und Herstellung der Sonnentemperatur (S. Valentiner). S. 65.
- Vermessung, Die magnetische — I. Ordnung des Königreichs Preußen 1898 bis 1903 (Bespr.). S. 517.
- Verwandschaftliche Beziehungen, Aufdeckung — bei den Pflanzen. S. 554.
- Verzeichnis der wichtigsten Arbeiten Pfeffers. S. 136.
- Vicin. S. 423.
- Vielfarbigkeit, Die — des fein verteilten metallischen Silbers. S. 423.
- Vitalismus und Entwicklungsmechanik (Albert Opper). S. 59.
- Induktiver und deduktiver — (Julius Schaxel). S. 718.
- Volumenänderung von Amalgamen. S. 14.
- Wachsbefüllte** Pflanzenteile, Ausgleiten der Insektenbeine an —. S. 39.
- Wärmeäquivalent, Neue Bestimmung des mechanischen —. S. 15.
- Wärmethese, Das Nernstsche — und seine Bewährung durch Affinitätsmessungen. (John Eggert). S. 452.
- Wasserflugzeuge, Über die Aufstiegsverhältnisse von — und Flugbooten. S. 716.
- Wasserlösung, Eine hochvisköse lichtempfindliche — zweier starker Säuren. S. 272.
- Wasserstoff, Der Durchgang von  $\alpha$ -Teilchen durch —. S. 543.
- Das Spektrum des — und des Heliums. S. 331.
- Wasserversorgung, Die — von Antwerpen während der Belagerung. S. 470.
- Wehneltunterbrecher, Der — als Schwingungserzeuger. S. 52.
- Wein, der Säuregrad des — ist identisch mit seinem Gehalt an Wasserstoffionen. S. 692.
- Weinbau, Zeitschrift für — und Weinhandel (Bespr.). S. 395.
- Weinrebe, Über die Veredlung der —. S. 200.
- Wellenlänge, Die — der Spektrallinien metallischer Elemente hängt von den Versuchsbedingungen ab. S. 358.
- Weltgebäude, Weltgesetze, Weltentwicklung (Bespr.). S. 313.
- Wetterlampenbenzin, Versuche mit Ersatzstoffen für —. S. 506.
- Widerstand, elektrischer, Über das Verhalten des — von Metallen bei tiefen Temperaturen. S. 15.
- Widerstandsänderung im Magnetfeld, Zusammenhang zwischen Magnetostriktion und —. S. 636.
- Widerstandsthermometer, Material für sehr empfindliche —. S. 622.
- Wirbelstürme, Tropische — und niedriger Luftdruck. S. 63.
- Wogulen, Messungen an den Samojeden, Ostjaken und — Nordwest-Sibiriens. S. 371.
- Wolfram, Schmelzpunkt des —. S. 621.
- Wüste, afrikanisch-arabische, Der Bau der — (Edw. Hennig). S. 449.
- Wurzelatlas (Bespr.). S. 394.
- Zeit**, Raum und — im Lichte der neueren Physik (Bespr.). S. 343.
- Zellen- und Gewebelehre, Morphologie und Entwicklungsgeschichte (Bespr.). S. 222.
- Zerstäubung des Aluminiums. S. 271.
- Zinkdampf, Absorptionsspektrum des —. S. 270.
- Zoologie, Experimental- (Bespr.). S. 541.
- Zoologische Station, Aus der — Rovigno (Adria). S. 233, 281.
- Zwischenionen (Atmosphärische Elektrizität). S. 359.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

**Energie, Leben und Tod**

Vortrag, gehalten in Wien in der „Wiener Urania“ am 7. Februar 1914

Von **Franz Tangl**

o. ö. Professor an der Universität Budapest

Preis M. 1.60

Das kürzlich vollständig gewordene  
**Handwörterbuch der Naturwissenschaften**

10 Bände gebunden 230 Mark liefert

gegen 4 Mark Monatsrate oder 10 Mark  
Quartalsrate franko. Ein Band zur An-  
sicht ohne Kaufzwang. — Prospekt kostenfrei.**Hermann Meusser Buchhandlung.**

BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

**Erkältungskrankheiten und Kälteschäden****Ihre Verhütung und Heilung**

Von

Professor **Dr. Georg Sticker**

in Münster i. W.

Mit 10 Textabbildungen — Preis M. 12.—; in Halbleder gebunden M. 14.80

Inhaltsverzeichnis:

I. Kältestörungen und Kälteschäden — Die Eigenwärme des Menschen. — Wärmeempfindung und Temperaturempfindlichkeit. — Kältestörungen. — Kälteschäden.

II. Die Erkältung. — Spekulationen und Tierexperimente. — Tatsachen. — Verwechslungen.

III. Erkältung und Erkältungskrankheit. — Die Erkältungsanlage. — Der Erkältungsschaden. — Erkältung und Krankheitserreger.

IV. Die Erkältungskrankheiten. — Uebersicht über die Erkältungskrankheiten. — Erkältungsfieber. — Rheuma der Haut.

— Katarrhe der Atmungswege. — Akuter Rheumatismus. — Der chronische Rheumatismus. — Gicht und Zuckerharnruhr.

V. Verhütung und Heilung der Kälteschäden und der Erkältungskrankheiten. — Aufgaben der Kunsthilfe bei Kältewirkungen und Erkältungen. — Verhütung der Kälteüberempfindlichkeit. — Abhärtung der Kalteempfindlichen. — Vermeidung der Erkältungsgelegenheiten. — Ausrottung von Infektionsherden bei Erkältungsempfindlichen. — Behandlung des Kälteschadens. — Behandlung des Erkälteten. — Behandlung der Erkältungsreste.

Namensverzeichnis. — Sachverzeichnis.

(Bildet einen Band des Speziellen Teiles der „**Enzyklopädie der klinischen Medizin**“, herausgegeben von Prof. Dr. L. Langstein-Berlin, Prof. Dr. C. von Noorden-Frankfurt a. M., Prof. Dr. C. Freih. v. Pirquet-Wien, Prof. Dr. A. Schittenhelm-Königsberg)

Soeben erschien:

**Zur Klinik und Anatomie der Nervenschußverletzungen**

Von

Prof. **Dr. W. Spielmeyer**

München

Mit 18 Textfiguren und 3 mehrfarbigen Tafeln — Preis M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

# Moornutzung und Torfverwertung

## mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation

Von Professor **Dr. Paul Hoering**, Berlin

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

### Inhaltsverzeichnis:

#### Erster Teil.

#### Allgemeiner Teil.

- I. Torf.
- II. Moore.
- III. Moorstatistik.
- IV. Moorkultur.
  - a) Die Moorkultur und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung.
  - b) Die Kultivierung der Moore.
  - c) Die zukünftige Gestaltung der Moorverwertung.

#### Zweiter Teil.

#### Chemischer Teil.

##### A. Chemie des Torfes.

- I. Die allgemeinen und physikalischen Eigenschaften des Torfes.
- II. Chemische Untersuchung des Torfes.
- III. Die Humussäuren und ihre Eigenschaften.
- B. Chemie der Destillationsprodukte.
  - 1. Teil. Gewinnung der Destillationsprodukte.
    - I. Laboratoriumsversuche.
    - II. Technische Versuche im großen.
  - 2. Teil. Untersuchung der Destillationsprodukte.
    - I. Der Torfkoks.

#### II. Der Torfteer.

- a) Technische Vorversuche.
- b) Untersuchung des Torfteers im wissenschaftlichen Laboratorium.
- c) Ergebnisse.
- d) Anhang.

#### III. Torfgas und Torfschmelzwasser.

#### Dritter Teil.

#### Technischer Teil.

##### A. Einführung.

##### B. Gewinnung und Verwertung des Torfes.

- I. Entwässerung und Formverbesserung.
  - a) Entwässerung unter Beibehaltung des kolloiden Zustandes.
  - b) Entwässerung nach Zerstörung des kolloiden Zustandes.
  - c) Torfbrikettierung.
- II. Der Torf als Brennstoff.
  - a) Feuerungstechnisches im allgemeinen.
  - b) Torffeuerungsanlagen.
- III. Verkohlung.
  - a) Entwicklung der Torfverkohlung.
  - b) Wirtschaftlichkeit der Torfverkohlung.
- IV. Torfvergasung.
- V. Zentralisierung der Torfverwertung im Moore.
- Schlussbetrachtungen.

Soeben erschien:

# Papierprüfung

## Eine Anleitung zum Untersuchen von Papier

Von

Professor **Wilhelm Herzberg**

Vorsteher der Abteilung für papier- und textiltechnische Untersuchungen  
am Königlichen Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde

Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage

Mit 98 Textfiguren und 23 Tafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 14.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung









